

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-050064

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

F02D 13/02
F01L 1/34
F02D 45/00

(21)Application number : 11-223065

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 05.08.1999

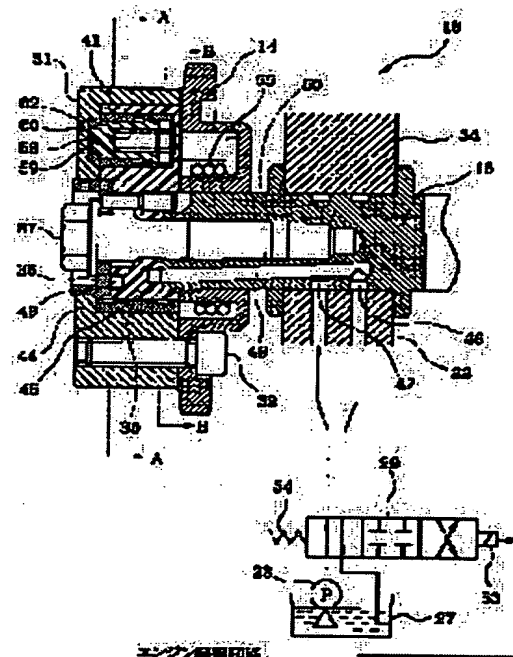
(72)Inventor : SATO OSAMU
OKADA MOTOHIRO
INOUE MASAOMI

(54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent lock release of camshaft phase at startup.

SOLUTION: A lock release chamber 60 to release lock of a lock pin 58 has a configuration such that hydraulic pressure is supplied only from an advance angle chamber. When an engine is started, a hydraulic control valve 29 is controlled to supply hydraulic pressure only to the advance angle chamber so that hydraulic pressure is not applied to the lock release chamber 60 (delay angle chamber). Thereby, the lock of the lock pin 58 is prevented in advance from being released at the startup. Then, when the necessary period of time has passed after the engine startup until the condition is achieved where sufficient hydraulic pressure to control the camshaft phase can be supplied, control current of a solenoid 53 of the hydraulic control valve 29 is switched to holding current that holds the position of the camshaft phase, and hydraulic pressure is supplied equally both to the advance angle chamber and the delay angle chamber. Thereby, hydraulic pressure is also supplied from the delay angle chamber to the lock release chamber 60 and the lock of the lock pin 58 is released.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-50064
(P2001-50064A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.⁷
F 0 2 D 13/02
F 0 1 L 1/34
F 0 2 D 45/00
識別記号
3 4 0

F I
F 0 2 D 13/02
F 0 1 L 1/34
F 0 2 D 45/00
テマコード* (参考)
G 3 G 0 1 6
E 3 G 0 8 4
3 4 0 Z 3 G 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-223065

(22) 出願日 平成11年8月5日 (1999.8.5)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 佐藤 修

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 岡田 基裕

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

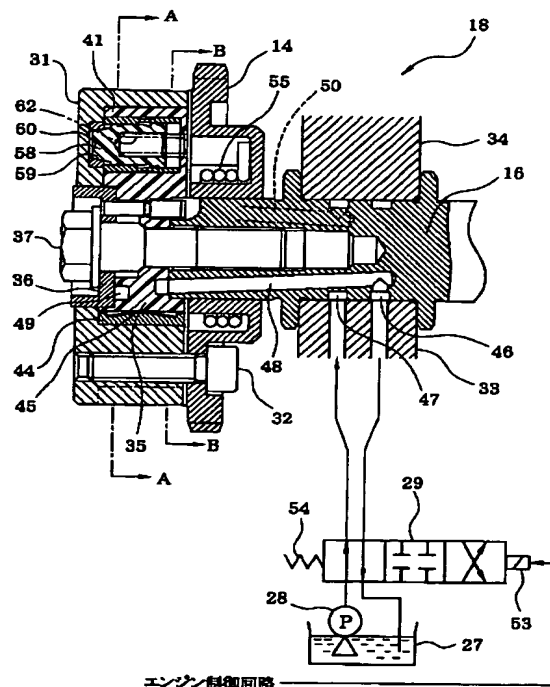
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 始動時にカム軸位相のロックが解除されることを防止する。

【解決手段】 ロックピン58のロックを解除するためのロック解除室60には、遅角室のみから油圧を供給する構成とし、エンジン始動時には、進角室のみに油圧を供給するように油圧制御弁29を制御して、ロック解除室60（遅角室）には油圧がかからないように制御する。これにより、始動時にロックピン58のロックが解除されてしまうことを未然に防止する。その後、始動完了から、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できる状態になるまでに必要な時間が経過した時点で、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流を、カム軸位相の位置を保持する保持電流I_hに切り換えて、進角室と遅角室の両方に均等に油圧を供給する。これにより、遅角室からロック解除室60にも油圧が供給され、ロックピン58のロックが解除される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸と同期して回転する第 1 の回転体と、
前記第 1 の回転体と同軸状に配置され、吸気バルブ又は排気バルブを開閉駆動するカム軸に連結された第 2 の回転体と、
前記第 1 の回転体と前記第 2 の回転体のいずれか一方に設けられ、両回転体間に形成された流体室を進角室と遅角室とに区画するベーンと、
前記進角室と前記遅角室に供給する流体圧力を制御する流体圧力制御手段と、
前記流体圧力制御手段を制御して前記進角室と前記遅角室の流体圧力をそれぞれ変化させて前記第 1 の回転体と前記第 2 の回転体とを相対回転させることで、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、
内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の中間ロック位相でロックするように付勢されたロック手段と、
前記ロック手段による前記カム軸位相のロックを解除する流体圧力が供給されるロック解除室とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、
始動時に前記ロック解除室にロック解除を起こさせる流体圧力がかからないように前記流体圧力制御手段を制御するロック解除制御手段を備えていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記ロック解除室は、前記遅角室と連通されて該遅角室から流体圧力が供給され、
前記ロック解除制御手段は、始動時に前記進角室のみに流体圧力を供給するように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記ロック解除室は、前記進角室と連通されて該進角室から流体圧力が供給され、
前記ロック解除制御手段は、始動時に前記遅角室のみに流体圧力を供給するように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記ロック解除室は、前記進角室と前記遅角室とは別の経路で流体圧力が供給され、
前記ロック解除制御手段は、始動時に前記ロック解除室にロック解除を起こさせる流体圧力がかからないように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記ロック解除制御手段は、始動完了から所定期間が経過するまでは、前記ロック解除室にロック解除を起こさせる流体圧力がかからない制御を継続することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 6】 前記ロック解除制御手段は、前記所定期間を流体温度に応じて設定することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 7】 前記ロック解除制御手段は、前記所定期間を冷却水温又は機関温度に応じて設定することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 8】 前記ロック解除制御手段は、前記流体圧力制御手段で制御する流体圧力が所定圧力以上になったときに前記ロック解除室への流体圧力の供給を開始することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 9】 前記ロック解除制御手段は、前記ロック手段のロックを解除する際に、前記進角室と前記遅角室の少なくとも一方に流体圧力を供給した状態で、前記ロック解除室に流体圧力を供給して前記ロック手段のロックを解除することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 10】 前記ロック解除制御手段は、前記ロック手段のロックを解除する際に、前記進角室と前記遅角室の両方に流体圧力を供給するように前記流体圧力制御手段を制御して前記ロック手段のロックを解除することを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 11】 前記ロック解除制御手段は、前記ロック手段のロックを解除する際に、前記進角室と前記遅角室の一方の室に流体圧力を供給してから他方の室に流体圧力を供給して両方の室に流体圧力をかけた状態で、前記ロック解除室に流体圧力を供給して前記ロック手段のロックを解除することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 12】 前記カム軸位相を保持する前記流体圧力制御手段の制御電流を保持電流として学習する保持電流学習手段を備え、

前記ロック解除制御手段は、前記ロック手段のロックを解除する際の前記流体圧力制御手段の制御電流を、前記保持電流学習手段で学習した保持電流付近に設定することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 13】 流体温度、冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいて前記カム軸位相を保持する前記流体圧力制御手段の制御電流を保持電流として算出する保持電流算出手段を備え、

前記ロック解除制御手段は、前記ロック手段のロックを解除する際の前記流体圧力制御手段の制御電流を、前記保持電流算出手段で算出した保持電流付近に設定することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 14】 前記ロック解除制御手段は、前記ロッ

ク手段のロックを解除する際の前記流体圧力制御手段の制御電流を、前記保持電流を所定値オフセットさせた値に設定することを特徴とする請求項12又は13に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の停止中及び始動時にカム軸位相をその調整可能範囲の略中間位置（中間ロック位相）でロックする機能を備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減を目的として、可変バルブタイミング制御装置を採用したものが増加しつつある。例えば、ベーン方式の可変バルブタイミング制御装置の基本的な構成は、図23に示すように、エンジンのクランク軸に同期して回転するハウジング1と、吸気（又は排気）バルブのカム軸に連結されたロータ2とを同軸状に配置し、ハウジング1に形成された流体室3をロータ2に設けられたベーン4で進角室5と遅角室6とに区画する。そして、進角室5と遅角室6の油圧を油圧制御弁で制御してハウジング1とロータ2（ベーン4）とを相対回転させることで、クランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させて、バルブタイミングを可変制御するようにしている。

【0003】従来のベーン方式の可変バルブタイミング制御装置は、始動時のベーン4の振動による騒音を防止するために、エンジン停止時（油圧低下時）に、カム軸位相を最も遅角させた最遅角位相で、ハウジング1とロータ2（ベーン4）との相対回転をロックピン7でロックするようにしている。従って、始動時には、最遅角位相で始動することになるため、最遅角位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0004】しかしながら、この構成では、最遅角位相が始動時の位相（ロック位相）で制限されてしまうため、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲がロック位相で制限されてしまい、バルブタイミングの調整可能範囲が狭いという欠点がある。

【0005】そこで、特開平9-324613号公報に示すように、エンジン停止時のロック位相をカム軸位相の調整可能範囲の略中間位置に設定することで、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲を拡大することが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、カム軸位相をロックするロックピン7は、スプリングでロック方向に付勢され、ロック解除は、ロックピン7に対して進角室5と遅角室6の両方の油圧をロック解除方向に作用さ

せるようにしている。エンジン停止中は、油圧が低下するため、スプリング力によりロックピン7がロック穴に嵌り込んでカム軸位相が中間ロック位相でロックされた状態に保持される。従って、エンジン始動時は、カム軸位相が中間ロック位相でロックされた状態で始動され、その後のエンジン回転数（オイルポンプ回転数）の上昇に伴う油圧の上昇により、進角室5と遅角室6の油圧が上昇すると、その油圧によってロックピン7がロック穴から押し出されてロックピン7のロックが解除される。

【0007】しかし、この構成では、常に、ロックピン7に対して進角室5と遅角室6の両方の油圧がロック解除方向に作用するため、エンジン始動時に、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）の上昇に伴う油圧の上昇により、進角室5と遅角室6のいずれか一方の油圧が先に高くなると、他方の油圧が低いにも拘らず、ロックピン7が解除されてしまうことがある。このような状態でロックが解除されても、他方の油圧が低いために、ロック解除の瞬間にカム軸位相が急変してバルブタイミングを目標値に制御することができず、その結果、不適正なバルブタイミングで始動することになるため、始動性が悪くなり、エンジン始動時間が長くなったり、始動後のエンジン運転状態が油圧が上昇するまで不安定になってしまう。しかも、油圧が上昇するまでベーン4の位置が固定されないため、ベーン4がハウジング1に衝突して騒音を発生するという問題も生じる。

【0008】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、始動時に不用意にカム軸位相のロックが解除されてしまうことを確実に防止できる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置では、始動時にロック手段のロック解除室にロック解除を起こさせる流体圧力（以下「ロック解除圧力」という）がかからないようにロック解除制御手段で流体圧力制御手段を制御する。このようにすれば、始動時に不用意にカム軸位相のロックが解除されてしまうことを確実に防止でき、不用意なロック解除による始動性悪化、エンジン制御性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0010】この場合、請求項2のように、ロック解除室を遅角室と連通させて遅角室からロック解除室に流体圧力が供給される構成とし、始動時に進角室のみに流体圧力を供給するように流体圧力制御手段を制御するようにしても良い。このようにすれば、遅角室の流体圧力を制御する制御弁（流体圧力制御手段）をロック解除室の流体圧力を制御する制御弁として兼用できるので、ロック解除室の流体圧力のみを制御する専用の制御弁を必要とせず、しかも、ロック解除室への流体圧力の供給通路

の構成を簡単化することができ、コストダウンできる。

【0011】また、請求項3のように、ロック解除室を進角室と連通させて進角室からロック解除室に流体圧力が供給される構成とし、始動時に遅角室のみに流体圧力を供給するように流体圧力制御手段を制御するようにしても良い。この場合も、上記請求項2と同じく、ロック解除室の流体圧力のみを制御する専用の制御弁を必要とせず、しかも、ロック解除室への流体圧力の供給通路の構成を簡単化することができ、コストダウンできる。

【0012】但し、本発明は、請求項4のように、ロック解除室を、進角室と遅角室とは別の経路でロック解除室に流体圧力に供給されるように構成し、始動時にロック解除室にロック解除圧力がかからないように制御しても良い。このようにしても、始動時に不用意にカム軸位相のロックが解除されてしまうことを確実に防止することができ、不用意なロック解除による始動性悪化、エンジン制御性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0013】また、始動が完了しても、カム軸位相（ベーンの位置）を制御するのに十分な流体圧力が供給されるまでは、ある程度の時間がかかる。もし、流体圧力が十分な圧力に上昇する前にカム軸位相のロックが解除されると、その瞬間にカム軸位相が急変してバルブタイミングを目標値に制御することができず、エンジン運転状態が不安定になってしまう。

【0014】この点を考慮して、請求項5のように、始動完了から所定期間が経過するまで、ロック解除室にロック解除圧力がかからない制御を継続するようにしても良い。このようにすれば、カム軸位相（ベーンの位置）を制御するのに十分な流体圧力が供給されるのに必要な時間が経過してから、カム軸位相のロックを解除することができ、カム軸位相を制御可能な状態となる前に、カム軸位相のロックが解除されてしまうことを防止できる。

【0015】この場合、十分な流体圧力が供給されるのに必要な時間は、その時の流体粘度（流体の流動性）に応じて変化し、流体粘度は流体温度に応じて変化するため、請求項6のように、所定期間を流体温度に応じて設定するようにしても良い。このようにすれば、流体温度（流体粘度）によって、十分な流体圧力が供給されるのに必要な時間が変化するのに対応して、ロック解除を禁止する所定期間を適正に設定できる。

【0016】また、流体温度は、冷却水温や機関温度と相関関係があり、冷却水温や機関温度は、内燃機関に一般的に設けられているセンサの出力信号から検出又は推定できるため、請求項7のように、所定期間を冷却水温又は機関温度に応じて設定するようにしても良い。このようにすれば、流体温度を検出するセンサを新たに設ける必要がなく、低コスト化できる。

【0017】また、請求項8のように、流体圧力制御手

段で制御する流体圧力が所定圧力以上になったときにロック解除室への流体圧力の供給を開始するようにしても良い。このようにすれば、流体圧力が、実際にカム軸位相（ベーンの位置）を制御するのに十分な圧力に上昇してから、カム軸位相のロックを解除してバルブタイミング制御を開始することができる。

【0018】ところで、ロック手段のロックを解除する際には、請求項9のように、進角室と遅角室の少なくとも一方に流体圧力を供給した状態で、ロック解除室に流体圧力を供給してロック手段のロックを解除すると良い。

【0019】例えば、進角室と遅角室のいずれか一方の室からロック解除室に流体圧力を供給するシステムでは、他方の室に流体圧力を供給した状態で、一方の室に流体圧力を供給しながらロック解除室に流体圧力を供給してロック手段のロックを解除する。また、進角室と遅角室とは別の経路でロック解除室に流体圧力に供給するシステムでは、進角室と遅角室の両方に流体圧力を供給した状態で、ロック解除室に流体圧力を供給してロック手段のロックを解除する。このようにすれば、いずれの場合も、進角室と遅角室の両方に均等に流体圧力をかけた状態でロック手段のロックを解除することができるので、ロックが解除された瞬間から流体圧力でカム軸位相を中間ロック位相付近に保持することができる。これにより、ロック解除直後にカム軸位相が急変することを防止できて、ロック解除直後からバルブタイミング（カム軸位相）を目標値に制御することができる。

【0020】また、進角室と遅角室のいずれか一方の室からロック解除室に流体圧力を供給するシステムでは、請求項2、3のように、始動時に他方の室のみに流体圧力を供給するように制御し、始動完了後、請求項10のように、進角室と遅角室の両方に流体圧力を供給するように流体圧力制御手段を制御してロック手段のロックを解除すれば良い。このようにすれば、進角室と遅角室の流体圧力を制御する流体圧力制御手段をそのまま利用してロック解除の制御も行うことができ、制御系の構成を簡単化してコストダウンすることができる。

【0021】一方、進角室と遅角室とは別の経路でロック解除室に流体圧力に供給するシステムでは、進角室と遅角室の両方に流体圧力を同時に供給しても良いが、そうすると、装置内部に入り込んだエアの抜け道が無くなってしまい、進角室や遅角室にエアが溜まって流体圧力の供給が妨げられてしまうおそれがある。

【0022】この対策として、請求項11のように、ロック手段のロックを解除する際に、進角室と遅角室の一方の室に流体圧力を供給してエアを抜いてから、他方の室に流体圧力を供給して両方の室に流体圧力をかけた状態で、ロック解除室に流体圧力を供給してロック手段のロックを解除するようにすると良い。このようにすれば、ロック解除を行う毎に装置内部のエア抜きを行う

ことができ、進角室や遅角室にエアが溜まることを防止でき、エアによる流体圧力の供給不良を防止することができる。

【0023】また、請求項12のように、カム軸位相を保持する流体圧力制御手段の制御電流を保持電流学習手段によって保持電流として学習し、ロック手段のロックを解除する際の流体圧力制御手段の制御電流を、保持電流学習手段で学習した保持電流付近に設定するようにしても良い。このようにすれば、ロック手段のロックを解除する際に、進角室と遅角室の両方に流体圧力をかけた状態でロック手段のロックを解除できるので、ロックが解除された瞬間から流体圧力でカム軸位相を中間ロック位相付近に保持することができ、ロック解除直後のカム軸位相の急変を防止することができ、エンジン運転状態の安定性を損なうことなく、ロック解除することができる。

【0024】また、保持電流は、流体粘度（流動性）に応じて変化し、流体粘度は、流体温度に応じて変化するため、請求項13のように、流体温度又はその代用情報である冷却水温、機関温度等の温度情報に基づいて保持電流を保持電流算出手段によって算出し、ロック手段のロックを解除する際の流体圧力制御手段の制御電流を、保持電流算出手段で算出した保持電流付近に設定するようにしても良い。このようにすれば、ロック解除時に、流体圧力制御手段の制御電流を流体粘度に応じた適正な保持電流に設定することができ、ロック解除直後のカム軸位相の急変を防止することができる。

【0025】更に、請求項14のように、ロック手段のロックを解除する際の流体圧力制御手段の制御電流を、保持電流を所定値オフセットさせた値に設定するようにしても良い。つまり、学習又は算出した保持電流を現在の運転状態や制御仕様等に応じてオフセットさせれば、ロック解除時の流体圧力制御手段の制御電流を更に最適化することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】【実施形態（1）】以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した実施形態（1）を図1乃至図12に基づいて説明する。図1に示すように、内燃機関であるDOHCエンジン11は、クランク軸12からの動力がタイミングチェーン13により各スプロケット14、15を介して吸気側カム軸16と排気側カム軸17とに伝達されるようになっている。但し、吸気側カム軸16には、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の進角量を調整するバルブタイミング調整装置18が設けられている。また、吸気側カム軸16の外周側には、カム角を検出するカム角センサ19が設置され、一方、クランク軸12の外周側には、クランク角を検出するクランク角センサ20が設置されている。

【0027】これらクランク角センサ20及びカム角セ

ンサ19の出力信号は、エンジン制御回路21に入力され、このエンジン制御回路21によって吸気バルブの実バルブタイミングが演算されると共に、クランク角センサ20の出力パルスの周波数からエンジン回転数が演算される。また、エンジン運転状態を検出する各種センサ（吸気圧センサ22、水温センサ23、スロットルセンサ24等）の出力信号と、イグニッションスイッチ25やタイマ26の出力信号もエンジン制御回路21に入力される。

【0028】このエンジン制御回路21は、これら各種の入力信号に基づいて燃料噴射制御や点火制御を行うと共に、後述する可変バルブタイミング制御を行い、吸気バルブの実バルブタイミング（吸気側カム軸16の実進角量）を目標バルブタイミング（目標進角量）に一致させるようにバルブタイミング調整装置18をフィードバック制御する。このバルブタイミング調整装置18の油圧回路には、オイルパン27内のオイルがオイルポンプ28により油圧制御弁29（流体圧力制御手段）を介して供給され、その油圧を油圧制御弁29によって制御することで、吸気側カム軸16の実進角量（実バルブタイミング）が制御される。

【0029】次に、図2乃至図5に基づいてバルブタイミング調整装置18の構成を説明する。バルブタイミング調整装置18のハウジング31（第1の回転体）は、吸気側カム軸16の外周に回動自在に支持されたスプロケット14にボルト32で締め付け固定されている。これにより、クランク軸12の回転がタイミングチェーン13を介してスプロケット14とハウジング31に伝達され、スプロケット14とハウジング31がクランク軸12と同期して回転するようになっている。

【0030】一方、吸気側カム軸16は、シリンダヘッド33とベアリングキャップ34により回転可能に支持され、この吸気側カム軸16の一端部に、ロータ35（第2の回転体）がストッパ36を介してボルト37で締め付け固定されている。このロータ35は、ハウジング31内に相対回動自在に収納されている。

【0031】図3及び図4に示すように、ハウジング31の内部には、複数の流体室40が形成され、各流体室40が、ロータ35の外周部に形成されたベーン41によって進角室42と遅角室43とに区画されている。そして、ロータ35の外周部とベーン41の外周部には、それぞれシール部材44が装着され、各シール部材44が板ばね45（図2参照）によって外周方向に付勢されている。これにより、ロータ35の外周面とハウジング31の内周面との隙間及びベーン41の外周面と流体室40の内周面との隙間がシール部材44でシールされている。

【0032】図2に示すように、吸気側カム軸16の外周部に形成された環状の進角溝46と遅角溝47が、それぞれ油圧制御弁29の所定ポートに接続され、エンジ

ン11の動力でオイルポンプ28が駆動されることにより、オイルパン27から汲み上げたオイルが油圧制御弁29を介して進角溝46や遅角溝47に供給される。進角溝46に接続された進角油路48は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の左側面に形成された円弧状進角油路49（図3参照）に連通するように形成され、この円弧状進角油路49が各進角室42に連通している。一方、遅角溝47に接続された遅角油路50は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の右側面に形成された円弧状遅角油路51（図4参照）に連通するように形成され、この円弧状遅角油路51が各遅角室43に連通している。

【0033】油圧制御弁29は、ソレノイド53とスプリング54で弁体を駆動する4ポート3位置切換弁であり、弁体の位置を、進角室42に油圧を供給する位置と、遅角室43に油圧を供給する位置と、進角室42と遅角室43のいずれにも油圧を供給しない位置との間で切り換えるようになっている。ソレノイド53の通電停止時には、スプリング54によって弁体が進角室42に油圧を供給する位置に自動的に切り換えられ、カム軸位相を進角させる方向に油圧が働くようになっている。

【0034】進角室42と遅角室43に所定圧以上の油圧が供給された状態では、進角室42と遅角室43の油圧でベーン41が固定されて、クランク軸12の回転によるハウジング31の回転がオイルを介してロータ35（ベーン41）に伝達され、ロータ35と一体的に吸気側カム軸16が回転駆動される。エンジン運転中は、進角室42と遅角室43の油圧を油圧制御弁29で制御してハウジング31とロータ35（ベーン41）とを相対回動させることで、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の回転位相（以下「カム軸位相」という）を制御して吸気バルブのバルブタイミングを可変する。尚、スプロケット14には、進角制御時にロータ35を進角方向に相対回動させる油圧力をばね力で補助するねじりコイルばね55（図2参照）が収容されている。

【0035】また、図3及び図4に示すように、いずれか1つのベーン41の両側部には、ハウジング31に対するロータ35（ベーン41）の相対回動範囲を規制するストッパ部56が形成され、このストッパ部56によってカム軸位相の最遅角位相と最進角位相が規制されている。更に、他のベーン41に形成されたロックピン収容孔57には、ハウジング31とロータ35（ベーン41）との相対回動をロックするためのロックピン58（ロック手段）が収容され、このロックピン58がハウジング31に設けられたロック穴59（図2参照）に嵌り込むことで、カム軸位相がその調整可能範囲の略中間位置（中間ロック位相）でロックされる。この中間ロック位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0036】図6及び図7に示すように、ロックピン58は、ロックピン収容孔57の内周に嵌合された円筒部

材61内に摺動可能に挿入され、スプリング62によってロック方向（突出方向）に付勢されている。ロック穴59内の隙間はロック解除室60となっており、ロックピン58と円筒部材61との間に形成されたロック解除溝63がロック解除室60に連通している。そして、遅角室43からロック解除溝63を通してロック解除室60に油圧を供給するために、ベーン41には、ロック解除溝63と遅角室43とを連通させる連通孔65が形成されている。

10 【0037】図6に示すように、ロックピン58のロック時には、スプリング62によってロックピン58がロック穴59に嵌まり込んだ状態に保持され、カム軸位相が中間ロック位相で保持される。

【0038】エンジン停止中は、ロック解除室60の油圧（遅角室43の油圧）とロック解除溝63の油圧が低下するため、スプリング62によってロックピン58がロック位置に保持される。従って、エンジン始動は、ロックピン58がロック位置に保持された状態（中間ロック位相）で行われ、エンジン始動後に、ロック解除室60の油圧（遅角室43の油圧）とロック解除溝63の油圧が高くなると、その油圧によって次のようにしてロックピン58のロックが解除される。エンジン始動後に、遅角室43から連通孔65とロック解除溝63を通してロック解除室60に供給される油圧（ロック解除方向の力）が、スプリング62のばね力よりも大きくなると、ロック解除室60の油圧とロック解除溝63の油圧によってロックピン58がロック穴59から押し出されて図7のロック解除位置に移動し、ロックピン58のロックが解除される。

30 【0039】エンジン運転中は、ロック解除室60の油圧（遅角室43の油圧）とロック解除溝63の油圧が高くなっているため、その油圧でロックピン58がロック解除位置に保持され、ハウジング31とロータ35とが相対回動可能な状態（つまりバルブタイミング制御が可能な状態）に保持される。

【0040】エンジン運転中は、エンジン制御回路21は、特許請求の範囲でいうバルブタイミング制御手段としても機能し、図8の制御ブロック図に示すように、実進角量演算部66で、クランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号に基づいて吸気側カム軸16の実進角量（吸気バルブの実バルブタイミング）を演算すると共に、目標進角量演算部67で、エンジン回転数、吸気量、冷却水温等のエンジン運転状態信号に基づいて吸気側カム軸16の目標進角量（吸気バルブの目標バルブタイミング）を演算する。そして、PD制御部68で、実進角量と目標進角量との偏差に基づいてフィードバック制御電流 I_{fb} を算出し、後述するようにして保持電流学習部69で学習した保持電流 I_h にフィードバック電流 I_{fb} を加算して制御電流 I （ $I = I_h + I_{fb}$ ）を求め、この制御電流 I で油圧制御弁29ソレノイド53の

電流をフィードバック制御する。これにより、バルブタイミング調整装置18の進角室42と遅角室43の油圧を制御してハウジング31とロータ35とを相対回転させることで、カム軸位相を変化させて吸気カム軸16の実進角量を目標進角量に一致させる。

【0041】ここで、保持電流 I_h は、カム軸位相の進角速度を0にする制御電流(図9参照)、つまり、カム軸位相を一定位置に保持する油圧制御弁29の制御電流である。前述した保持電流学習部69は、図10に示すように、実進角量と目標進角量とに基づいて定常状態(カム軸位相の進角速度が0)であるか否かを判定し、定常状態であれば、定常信号を出力して、その時の制御電流 I を保持電流 I_h として更新する。この保持電流学習部69が特許請求の範囲でいう保持電流学習手段としての役割を果たす。

【0042】一方、エンジン11を停止させる際に、エンジン回転数が低下すると、オイルポンプ28の吐出圧が低下するため、進角室42や遅角室43の油圧が低下してくる。これにより、ロック解除室60の油圧(遅角室43の油圧)が低下して、スプリング62のばね力がこの油圧に打ち勝つようになると、スプリング62のばね力によってロックピン58が突出してロック穴59に嵌まり込むようになる。但し、ロックピン58がロック穴59に嵌まり込むには、両者の位置が一致していること、つまり、カム軸位相が中間ロック位相に一致していることが条件となる。

【0043】エンジン11が停止する際には、エンジン回転数(オイルポンプ28の回転数)が低下して油圧が低下するため、カム軸16の負荷トルクによりカム軸位相が自然に遅角側に变化していき、その過程で、図6に示すように、ロックピン58をロック穴59に嵌まり込ませてカム軸位相を中間ロック位相でロックする。尚、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックするために、エンジン11が停止する際に、カム軸位相を進角させるように油圧制御弁29を制御するようにしても良い。

【0044】ところで、前述したように、エンジンの始動は、ロックピン58がロック位置に保持された状態(中間ロック位相)で行われ、ロック解除室60の油圧(遅角室43の油圧)又はロック解除溝63の油圧が高くなると、その油圧によってロックピン58のロックが解除される。しかし、エンジン始動時にロック解除室60(遅角室43)又はロック解除溝63に油圧が供給されるようになっていると、エンジン回転数(オイルポンプ28の回転数)の上昇に伴う油圧の上昇により、エンジン始動時にロックピン58のロックが解除されてしまうおそれがある。もし、始動完了前にロックピン58のロックが解除されると、カム軸位相が始動に適した中間ロック位相からずれてしまい、不適正なバルブタイミングで始動することになるため、始動性が悪くなり、エン

ジン始動時間が長くなったり、始動後のエンジン運転状態が油圧が上昇するまで不安定になってしまう。

【0045】そこで、エンジン制御回路21は、図11に示すロック解除制御プログラムを実行することで、エンジン始動時に、ロック解除室60(遅角室43)とロック解除溝63に油圧がかからないように進角室42のみに油圧を供給して、始動時のロックピン58のロック解除を防止する。そして、始動完了後に、進角室42と遅角室43の両方に油圧をかけるように油圧制御弁29を制御して、ロック解除室60とロック解除溝63にロック解除油圧をかけてロックピン58のロックを解除する。

【0046】図11のロック解除制御プログラムは、イグニッションスイッチ25のオン後に周期的に実行され、特許請求の範囲でいうロック解除制御手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、ロックピン58のロック状態であるか否かを判定し、既にロック解除されている場合は、ステップ102以降のロック解除処理を行うことなく本プログラムを終了する。

【0047】一方、上記ステップ101で、ロック状態と判定された場合は、ステップ102に進み、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流 I を例えば0に設定して、油圧制御弁29のスプリング54によって弁体を進角室42のみに油圧を供給する位置に制御する。この場合、遅角室43に油圧が供給されないため、ロック解除室60には油圧がかからない。

【0048】その後、ステップ103に進み、冷却水温をパラメータとする所定時間 T のマップを検索して、現在の冷却水温に応じた所定時間 T を求める。ここで、所定時間 T は、始動完了から、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できる状態となるのに必要な時間よりも若干長い時間に設定される。一般に、十分な油圧を供給できる状態となるのに必要な時間は、その時の油圧回路のオイルの粘度(オイルの流動性)に応じて変化し、オイルの粘度は油温に応じて変化する。従って、油温の代用情報である冷却水温をパラメータとするマップにより所定時間 T を設定すれば、十分な油圧を供給できる状態となるのに必要な時間が油温によって変化するのに対応して所定時間 T を適正に設定できる。尚、冷却水温の代わりに油温又は機関温度をパラメータとする所定時間 T のマップを用いて所定時間 T を求めるようにしても良い。また、マップに代えて関数式を用いて所定時間 T を算出するようにしても良い。

【0049】所定時間 T の算出後、ステップ104に進み、始動完了からの経過時間を計時する始動後カウンタ(図12参照)のカウント値により、始動完了から所定時間 T が経過したか否かを判定し、所定時間 T が経過していなければ、まだ、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できないと判断して、ステップ104で待機

する。

【0050】その後、ステップ104で、始動完了から所定時間Tが経過したと判定された時に、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できると判断して、ステップ105に進み、油圧制御弁29のをソレノイド53の制御電流Iを、前回のエンジン運転中に学習した保持電流I_hに設定して、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給する。これにより、遅角室43からロック解除室60とロック解除溝63にも油圧が供給されて、ロック解除油圧がロックピン58のスプリング62のばね力よりも大きくなると、ロック解除油圧によりロックピン58がロック穴59から押し出されて、ロックピン58のロックが解除された状態となる。

【0051】以上説明した実施形態(1)のロック解除制御の実行例を図12のタイムチャートを用いて説明する。イグニッションスイッチ25のオンによりエンジン11のクランキングが開始されると、オイルポンプ28が回転して油圧が上昇し始めるが、進角室42のみに油圧を供給するように油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流を制御して、ロック解除室60(遅角室43)とロック解除溝63には油圧がかからないようにする。

【0052】このロック解除室60とロック解除溝63にロック解除油圧がかからない制御は、始動完了から所定時間Tが経過するまで継続され、始動完了から、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できる状態になるまでに必要な所定時間Tが経過した時点で、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流を、前回のエンジン運転中に学習した保持電流I_hに切り換えて、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給する。これにより、遅角室43からロック解除室60とロック解除溝63にも油圧が供給され、ロックピン58のロックが解除される。

【0053】以上説明した実施形態(1)によれば、始動時には、ロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給しないように油圧制御弁29を制御するので、始動時に不用意にカム軸位相のロックが解除されてしまうことを確実に防止でき、不用意なロック解除による始動性悪化、エンジン制御性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0054】また、始動が完了しても、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できる状態となるまでには、ある程度の時間がかかることを考慮して、始動完了から、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できる状態になるまでに必要な所定時間Tが経過するまで、ロック解除室60とロック解除溝63にロック解除油圧がかからない制御を継続し、所定時間Tが経過してから、ロックピン58のロックを解除するようにしているので、カム軸位相を制御可能な状態となる前に、ロックピン58のロックが解除されてしまうことを回避することができる。

【0055】しかも、本実施形態(1)では、十分な油圧を供給できる状態になるまでに必要な所定時間Tが、その時の油温(オイルの粘度)に応じて変化することに着目して、所定時間Tを油温の代用情報である冷却水温に応じて設定するようにしているので、油温を検出するセンサを新たに設ける必要がなく、低コスト化することができる。

【0056】また、本実施形態(1)では、ロック解除室60を遅角室43と連通させて遅角室43からロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給する構成とし、始動時に進角室42のみに油圧を供給するように油圧制御弁29を制御し、始動完了後に、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給するように油圧制御弁29を制御してロックピン58のロックを解除するようにしているので、ロック解除室60への油圧の供給通路の構成を単純化することができると共に、進角室42と遅角室43の油圧を制御する油圧制御弁29をそのまま利用してロック解除の制御も行うことができ、制御系の構成も単純化することができ、総じてコストダウンすることができる。

【0057】更に、本実施形態(1)では、ロックピン58のロックを解除する際に、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流を、前回のエンジン運転中に学習した保持電流I_hに制御して、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給した状態で、カム軸位相のロックを解除するので、ロックが解除された瞬間から油圧でカム軸位相を中間ロック位相付近に保持することができ、ロック解除直後にカム軸位相が急変することを防止できて、エンジン運転状態の安定性を損なうことなく、ロック解除することができる。更に、ロック解除直後からバルブタイミング(カム軸位相)を目標値に制御することができる。

【0058】尚、保持電流I_hを学習する機能(保持電流学習部69)に代えて、油温、冷却水温、エンジン温度等の温度情報に基づいて保持電流I_hを算出する保持電流算出手段を設け、ロックピン58のロックを解除する際の油圧制御弁29の制御電流を、算出した保持電流I_h付近に設定するようにしても良い。つまり、保持電流I_hは、オイルの粘度(流動性)に応じて変化し、オイルの粘度は、油温に応じて変化するため、油温又はその代用情報である冷却水温、エンジン温度に基づいて保持電流I_hを算出することができる。このように、保持電流I_hを算出しても、これを学習する場合とほぼ同様の効果を得ることができる。

【0059】[実施形態(2)]次に、本発明の実施形態(2)を図13乃至図15を用いて説明する。

【0060】上記実施形態(1)では、ロック解除室60を遅角室43と連通させて遅角室43からロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給する構成としたが、本実施形態(2)では、図13及び図14に示すよ

うに、ロック解除溝63と進角室43とを連通する連通孔70をベーン41に形成して、進角室42からロック解除溝63を通してロック穴59内のロック解除室60に油圧を供給する構成としている。更に、オイルポンプ28の吐出側には、油圧を検出する油圧センサ（図示せず）が設けられている。尚、油圧センサを設けずに、例えば、クランク開始からの経過時間、冷却水温（又は油温）、エンジン回転数等のエンジン運転状態パラメータから油圧を推定するようにしても良い。その他の構成は、上記実施形態（1）と同じである。

【0061】本実施形態（2）で実行される図15のロック解除制御プログラムは、図11のステップ102をステップ102aの処理に変更し、ステップ103、104をステップ104aの処理に変更したものであり、これ以外のステップの処理は図11と同じである。

【0062】本プログラムでは、ステップ101でロック状態と判定されると、ステップ102aに進み、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流Iを、遅角室43のみに油圧を供給するように制御する。この場合、進角室42に油圧が供給されないため、ロック解除室60とロック解除溝63には油圧がかからない。

【0063】その後、ステップ104aに進み、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定圧力P以上か否かを判定する。ここで、所定圧力Pは、カム軸位相を制御するのに十分な油圧に設定される。もし、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定圧力P未満であれば、まだ、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できないと判断して、ステップ104aで待機する。その後、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定圧力P以上

に上昇した時点で、カム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給できると判断して、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流Iを保持電流I_hに設定して、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給し、進角室42からロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給してロックピン58のロックを解除する（ステップ105）。

【0064】以上説明した実施形態（2）においても、始動時には、ロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給しないように制御するので、始動時に不用意にカム軸位相のロックが解除されてしまうことを確実に防止することができ、不用意なロック解除による始動性悪化、エンジン制御性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0065】しかも、本実施形態（2）では、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定圧力P以上に上昇してからロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給するようにしているので、油圧が実際にカム軸位相を制御するのに十分な圧力に上昇してから、ロックピン58のロックを解除してバルブタイミング制御を開始することができる。

【0066】尚、本実施形態（2）では、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定圧力P以上に上昇してからロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給するようにしたが、前記実施形態（1）と同じく、始動完了から所定時間Tが経過してからロック解除室60に油圧を供給するようにしても良い。

【0067】〔実施形態（3）〕次に、本発明の実施形態（3）を図16乃至図18を用いて説明する。但し、前記実施形態（1）と実質的に同じ部分には同一符号を付して説明を省略する。本実施形態（3）では、図17及び図18に示すように、ロックピン58の中央外周部に形成された弁部71によって、円筒部材61とロックピン58との隙間が、ロック油圧室72とロック解除保持用の油圧室73とに区画されている。そして、ロック油圧室72とロック解除保持用の油圧室73に進角室42から油圧を供給するために、ベーン41には、進角室42に連通するロック油路74とロック解除保持用の油路75が形成されている。また、ハウジング31には、ロック解除室60と遅角室43とを連通するロック解除油路76が形成されている。

【0068】図17に示すように、エンジン停止中は、スプリング62によってロックピン58がロック位置に保持される。エンジン始動は、ロックピン58がロック位置に保持された状態（中間ロック位相）で行われ、まず、進角室42のみに油圧が供給される。ロックピン58のロック時には、ロックピン58の弁部71がロック解除保持用の油路75を塞いで、ロック油路74をロック油圧室72に連通させた状態となっている。このため、進角室42からロック油圧室72に油圧が供給され、この油圧とスプリング62によってロックピン58がロック穴59に嵌まり込んだ状態に保持され、カム軸位相が中間ロック位相で保持される。

【0069】そして、エンジン始動完了後、進角室42と遅角室43の両方に油圧が供給されると、その油圧によって次のようにしてロックピン58のロックが解除される。遅角室43からロック解除油路76を通してロック解除室60に供給される油圧によって生じるロック解除方向の力が、ロック油圧室72の油圧とスプリング62によって生じるロック方向の力よりも大きくなると、ロックピン58がロック穴59から押し出されて図18のロック解除位置に移動し、ロックピン58のロックが解除される。

【0070】このロック解除状態では、図18に示すように、ロックピン58の弁部71がロック油路74を塞いで、ロック解除保持用の油路75をロック解除保持用の油圧室73に連通させた状態となる。これにより、進角室42からロック解除保持用の油圧室73に油圧が供給され、このロック解除保持用の油圧室73の油圧（進角室42の油圧）とロック解除室60の油圧（遅角室43の油圧）とによってロックピン58がスプリング62

に抗してロック解除位置に保持される。

【0071】エンジン運転中は、進角室42と遅角室43のいずれかの油圧が高くなっているため、その油圧でロックピン58がロック解除位置に保持され、ハウジング31とロータ35とが相対回転可能な状態（つまりバルブタイミング制御が可能な状態）に保持される。

【0072】エンジン11を停止時に、エンジン回転数の低下（オイルポンプ28の吐出圧が低下）により、進角室42や遅角室43の油圧が低下すると、ロック解除保持用の油圧室73の油圧（進角室42の油圧）とロック解除室60の油圧（遅角室43の油圧）が低下して、スプリング62のばね力がこれらの油圧に打ち勝つようになると、スプリング62のばね力によってロックピン58が突出してロック穴59に嵌まり込むようになる。

【0073】本実施形態（3）では、エンジン制御回路21は、前記実施形態（1）と同じ図11のロック解除制御プログラムを実行して、エンジン始動時に、ロック解除室60（遅角室43）に油圧がかからないように進角室42のみに油圧を供給して、始動時のロックピン58のロック解除を防止する。そして、始動完了後、所定のロック解除実行条件が成立した時に、進角室42と遅角室43の両方に油圧をかけるように油圧制御弁29を制御して、ロック解除室60にロック解除油圧をかけてロックピン58のロックを解除する。ここで、ロック解除実行条件は、例えば、始動から所定時間が経過していること、又は、オイルポンプ28から吐出される油圧が所定値以上に上昇したこと等である。

【0074】以上説明した実施形態（3）では、ロックピン58がロック位置にある状態では、進角室43の油圧をロックピン58のロック方向に作用させ、ロックピン58がロック解除位置にある状態では、進角室43の油圧をロックピン58のロック解除方向に作用させるようにしているので、始動時のロック解除防止効果をより高めることができると共に、始動完了後はロックピン58をロック解除位置に安定して保持することができる。

【0075】尚、上記実施形態（3）とは逆に、ロック解除室60を進角室42に連通させ、ロック油圧室72とロック解除保持用の油圧室73を遅角室43に連通させた構成としても良く、この場合、エンジン始動時に遅角室43のみに油圧を供給し、始動完了後に進角室42と遅角室43の両方に油圧をかけるように油圧制御弁29を制御すれば良い。

【0076】〔実施形態（4）〕上記各実施形態（1）～（3）では、ロック解除室60を進角室42又は遅角室43と連通させて進角室42又は遅角室43からロック解除室60に油圧を供給する構成としたが、図19乃至図22に示す本発明の実施形態（4）では、進角室42と遅角室43とは別の経路でロック穴59内のロック解除室60に油圧を供給する構成としている。以下、前記実施形態（1）と異なる部分について、異符号を付し

て説明する。

【0077】図19乃至図21に示すように、進角室42と遅角室43の油圧を制御する油圧制御弁29の他に、ロック解除専用の解除油圧制御弁78（流体圧力制御手段）が設けられている。吸気側カム軸16の外周部に追加形成された環状の解除溝77が解除油圧制御弁78に接続され、オイルポンプ28で汲み上げられたオイルが解除油圧制御弁78を介して解除溝77に供給される。解除溝77に接続された解除油路79は、吸気側カム軸16及びボルト37の内部を貫通してロータ35内部に形成された連通路80に連通するように形成され、この連通路80がロック解除溝63に連通している（図20及び図21参照）。

【0078】解除油圧制御弁78は、ソレノイド82とスプリング81で弁体を駆動する2ポート3位置切換弁であり、弁体の位置を、ロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給する位置と、ロック解除室60とロック解除溝63をドレンに接続する位置と、ロック解除室60とロック解除溝63をオイルポンプ28とドレンのいずれにも接続しない位置との間で切り換えるようになっている。

【0079】本実施形態（4）では、エンジン制御回路21は、図22のロック解除制御プログラムを実行する。本プログラムでは、ステップ201でロック状態と判定されると、ステップ202に進み、解除油圧制御弁78のソレノイド82の制御電流を、ロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給しない位置（例えばロック解除室60とロック解除溝63をドレンに接続する位置）に弁体が切り換わるように制御する。

【0080】その後、ステップ203に進み、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流を遅角室43のみに油圧を供給するように制御し、次のステップ204で、遅角室43への油圧供給開始から所定時間Sが経過したか否かを判定する。ここで、所定時間Sは、油圧の供給によって装置内部のエアが抜けるのに必要な時間に設定される。もし、所定時間Sが経過していなければ、まだ、装置内部のエア抜きが十分でないと判断して、ステップ204で待機する。

【0081】その後、ステップ204で、遅角室43への油圧供給開始から所定時間Sが経過したと判定されたとき、装置内部のエア抜きがされたと判断して、ステップ205に進み、油圧制御弁29のソレノイド53の制御電流Iを保持電流I_hに設定して、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給し、次のステップ206で、始動完了から所定時間Tが経過したか否かを判定する。この所定時間Tは、冷却水温、機関温度、流体温度等に応じてマップ又は関数式により算出され、始動完了からカム軸位相を制御するのに十分な油圧を供給するのに必要な時間よりも若干長い時間に設定される。始動完了から所定時間Tが経過していなければ、まだ、カム軸

位相を制御するのに十分な油圧を供給できないと判断して、ステップ206で待機する。

【0082】その後、ステップ206で、始動完了から所定時間Tが経過したと判定された時に、カム軸位相を制御するのに十分な油圧が供給されたと判断して、ステップ207に進み、解除油圧制御弁78のソレノイド82の制御電流をロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給するように制御して、ロックピン58のロックを解除する。

【0083】以上説明した実施形態(4)においても、始動時にロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給しないので、始動時にロックピン58のロックが解除されてしまうことを確実に防止でき、始動性悪化、エンジン制御性悪化、騒音等の問題を回避することができる。

【0084】ところで、本実施形態(4)のように、進角室42と遅角室43とは別の経路でロック解除室60とロック解除溝63に油圧を供給するシステムでは、ロックピン58のロックを解除する際に、進角室42と遅角室43の両方に油圧を同時に供給するようにしても良いが、そうすると、装置内部に入り込んだエアの抜け道が無くなってしまい、進角室42や遅角室43にエアが溜まって油圧の供給が妨げられてしまうおそれがある。

【0085】その点、本実施形態(4)では、ロックピン58のロックを解除する際に、まず、遅角室43に油圧を供給して装置内部のエア抜きをし、エアが抜けるのに必要な所定時間Sが経過してから、進角室42と遅角室43の両方に油圧を供給するようにしているの
30 で、ロック解除を行う毎に装置内部のエア抜きを行うことができ、進角室42や遅角室43にエアが溜まることを防止することができ、エアによる油圧の供給不良を防止することができ、動作信頼性を向上することができる。

【0086】尚、上記実施形態(4)では、遅角室43に油圧を供給してから両室42、43に油圧を供給するようにしたが、進角室42に油圧を供給してから両室42、43に油圧を供給するようにしても良い。

【0087】また、進角室42と遅角室43の油圧制御と、ロック解除室60とロック解除溝63の油圧制御を別々の制御弁(油圧制御弁29と解除油圧制御弁78)で行うようにしたが、進角室42と遅角室43の油圧制御と、ロック解除室60とロック解除溝63の油圧制御を1つの制御弁で行うようにしても良い。
40

【0088】以上説明した各実施形態では、ロックピン58のロックを解除する際に、油圧制御弁29(ソレノイド53)の制御電流を、学習又は算出した保持電流I_hに設定するようにしたが、油圧制御弁29の制御電流を、学習又は算出した保持電流I_hを現在の運転状態や制御仕様等に応じてオフセットさせた値に設定するよう
50

にしても良い。このようにすれば、ロック解除時の油圧制御弁29の制御電流を更に最適化することができる。

【0089】また、上記各実施形態は、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用したものであるが、本発明は、排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。その他、本発明は、バルブタイミング調整装置の構造を適宜変更しても良く、要は、カム軸位相を中間ロック位相でロックする方式のバルブタイミング調整装置であれば良い。

【図面の簡単な説明】
10

【図1】本発明の実施形態(1)を示す制御システム全体の概略構成図。

【図2】実施形態(1)のバルブタイミング調整装置の縦断面図

【図3】図2のA-A線に沿って示す断面図

【図4】図2のB-B線に沿って示す断面図

【図5】図4のC-C線に沿って示す断面図

【図6】実施形態(1)のロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

20 【図7】実施形態(1)のロックピンのロック解除状態を示す部分拡大断面図

【図8】エンジン制御回路のバルブタイミング制御を説明するための制御ブロック図

【図9】カム軸位相の進角速度特性を示す図

【図10】保持電流学習部の保持電流学習方法を説明するためのブロック図

【図11】実施形態(1)のロック解除制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

30 【図12】実施形態(1)の制御例を示すタイムチャート

【図13】本発明の実施形態(2)のバルブタイミング調整装置の断面図

【図14】実施形態(2)のロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

【図15】実施形態(2)のロック解除制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図16】本発明の実施形態(3)のバルブタイミング調整装置の断面図

40 【図17】実施形態(3)のロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

【図18】実施形態(3)のロックピンのロック解除状態を示す部分拡大断面図

【図19】本発明の実施形態(4)のバルブタイミング調整装置の縦断面図

【図20】図19のD-D線に沿って示す断面図

【図21】実施形態(4)のロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

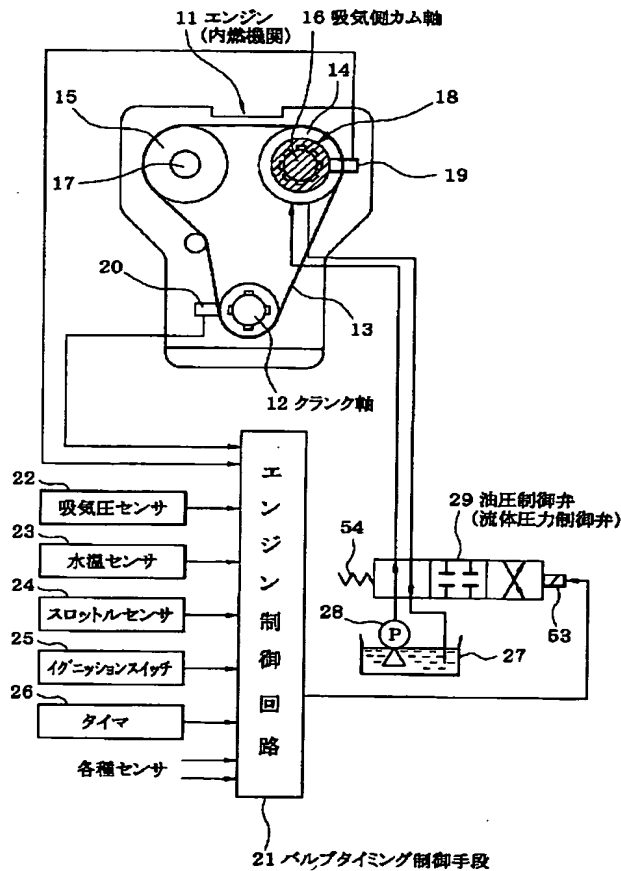
【図22】実施形態(4)のロック解除制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

50 【図23】従来のバルブタイミング調整装置の断面図

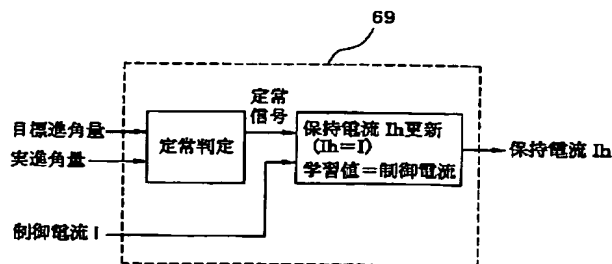
【符号の説明】

11…エンジン（内燃機関）、12…クランク軸、14、15…スプロケット、16…吸気カム軸、17…排気カム軸、18…バルブタイミング調整装置、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…エンジン制御回路（バルブタイミング制御手段、ロック解除制御手段）、28…オイルポンプ、29…油圧制御弁（流体圧力制御手段）、31…ハウジング（第1の回転体）、

【図1】

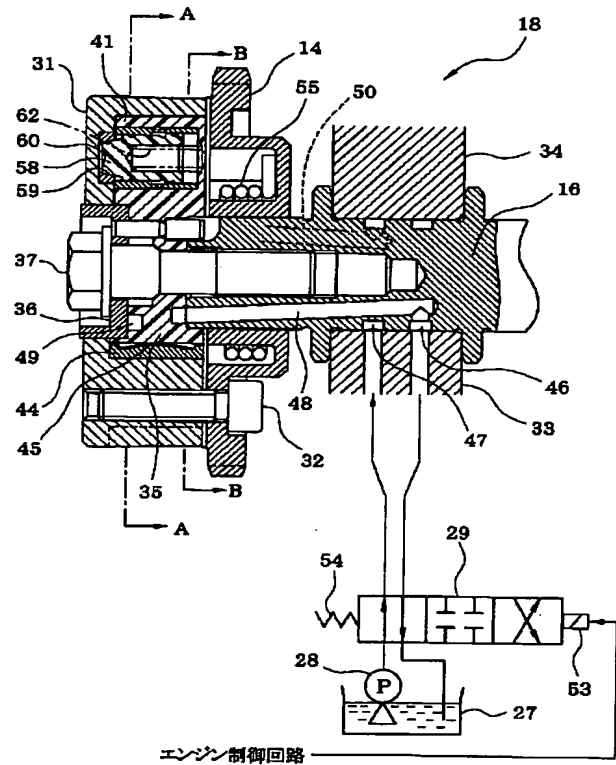


【図10】

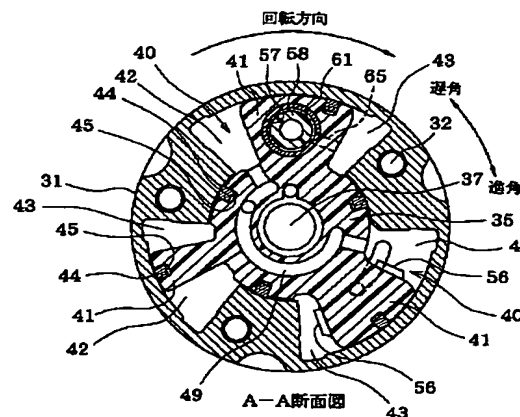


35…ロータ（第2の回転体）、40…流体室、41…ペーン、42…進角室、43…遅角室、53…ソレノイド、54…スプリング、58…ロックピン（ロック手段）、59…ロック穴、60…ロック解除室、69…保持電流学習部（保持電流学習手段）、72…ロック油圧室、73…ロック解除保持用の油圧室、78…解除油圧制御弁（流体圧力制御手段）、79…解除油路。

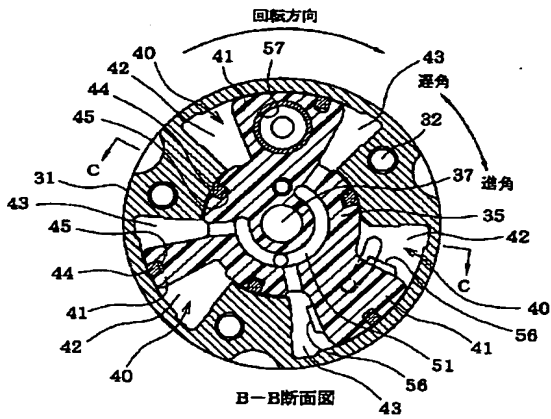
【図2】



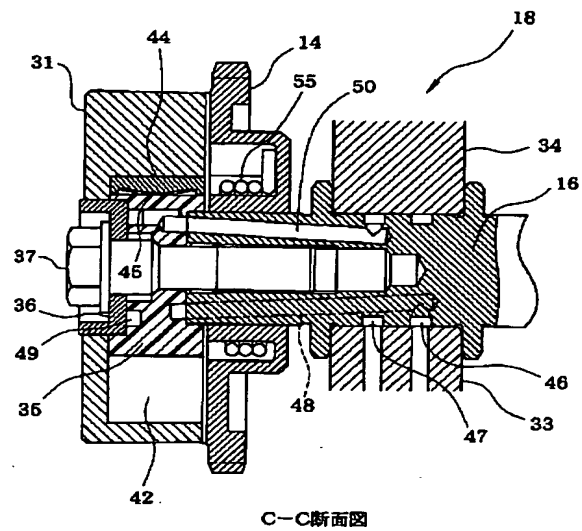
【図3】



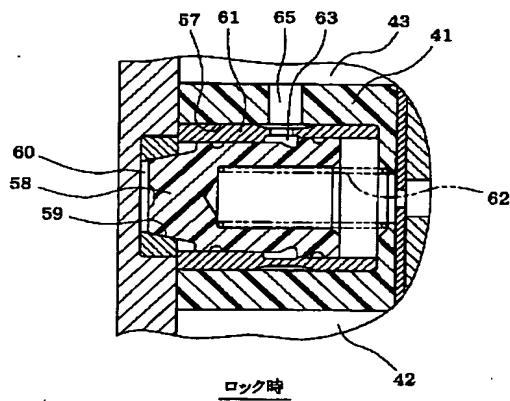
【図4】



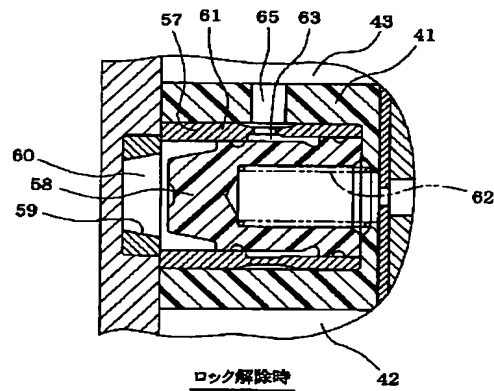
【図5】



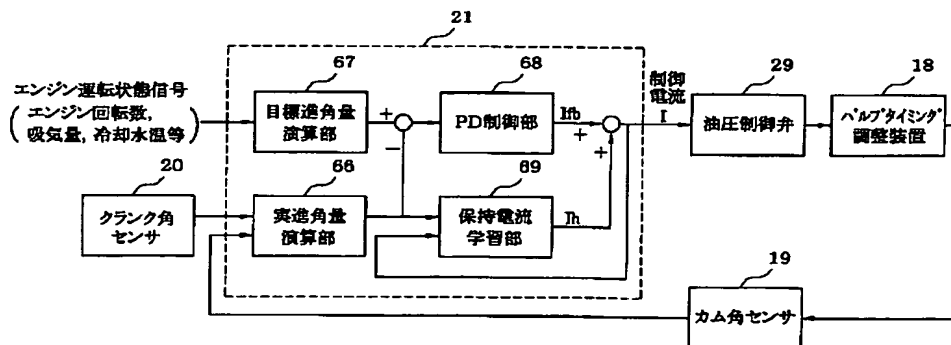
【図6】



【図7】



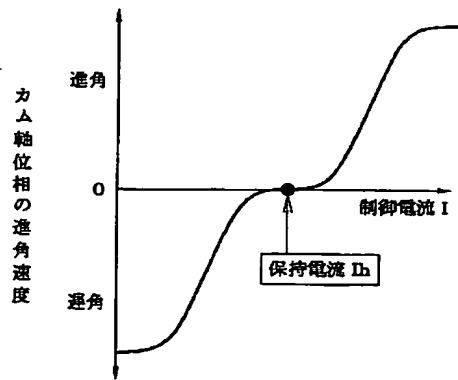
【図8】



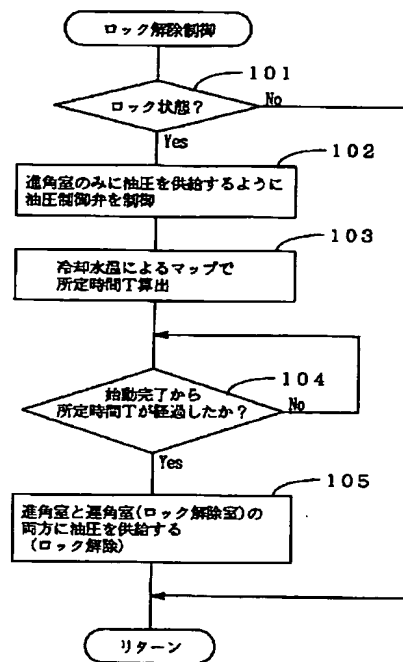
$$I = I_h + I_{fb}$$

制御電流 保持電流 フィードバック電流

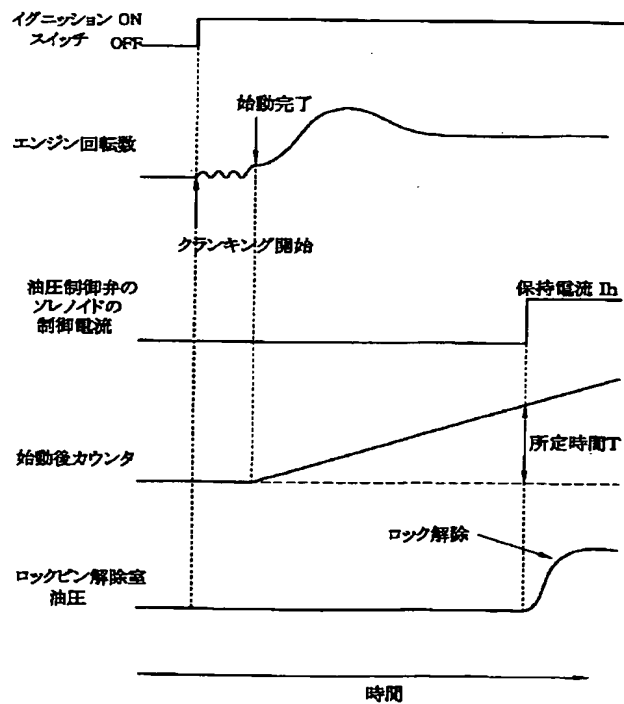
【図9】



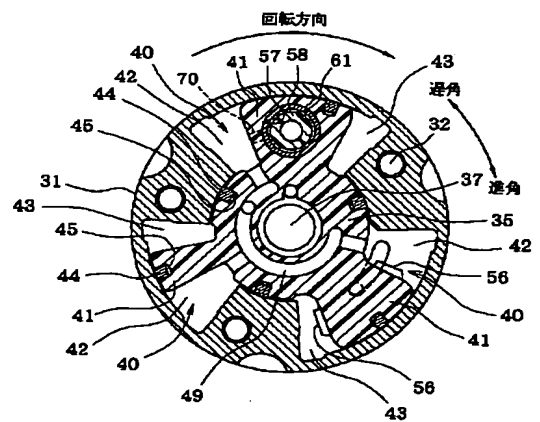
【図11】



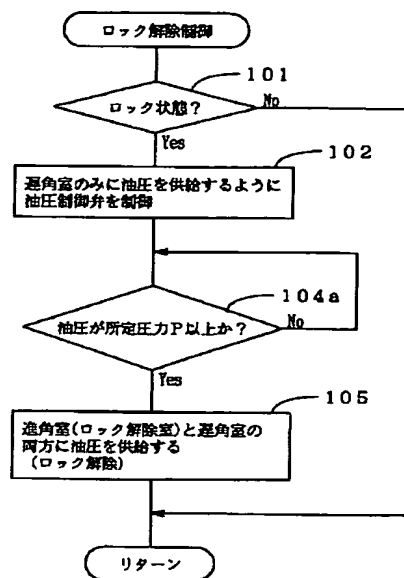
【図12】



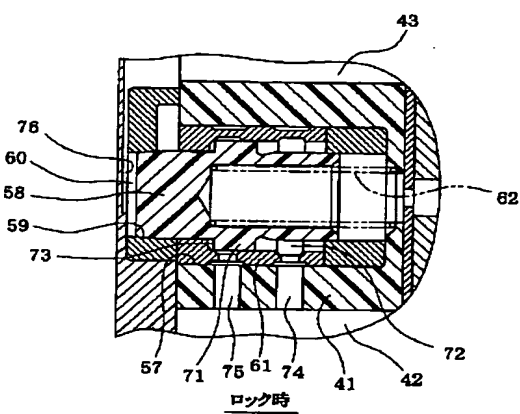
【図13】



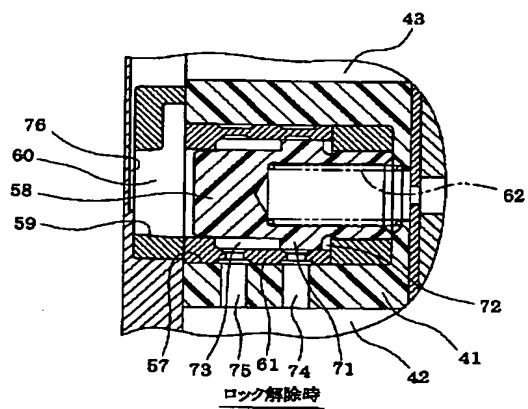
【図 15】



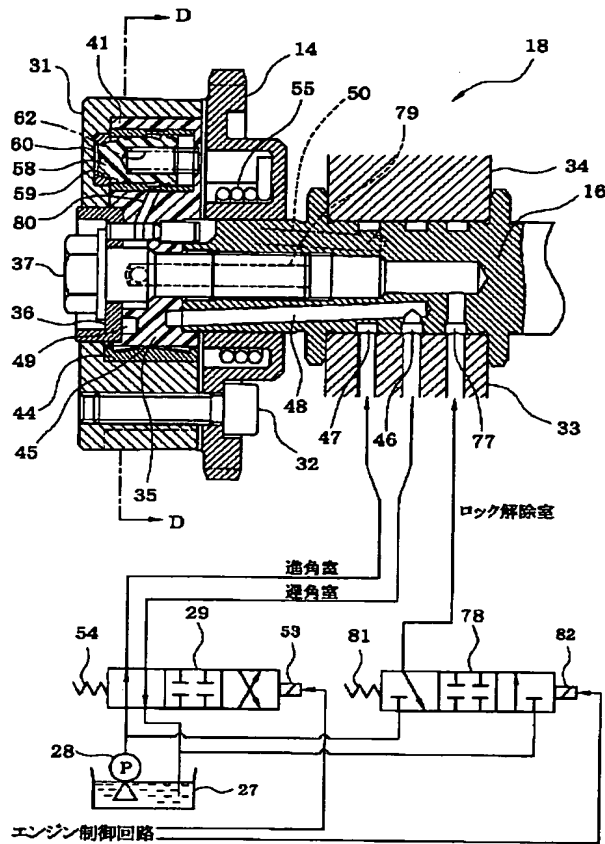
【图 17】



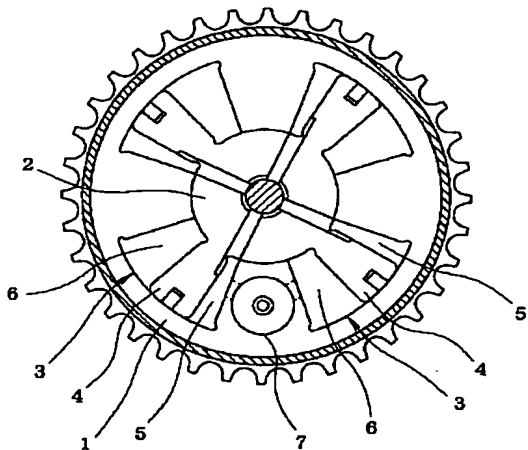
【図 18】



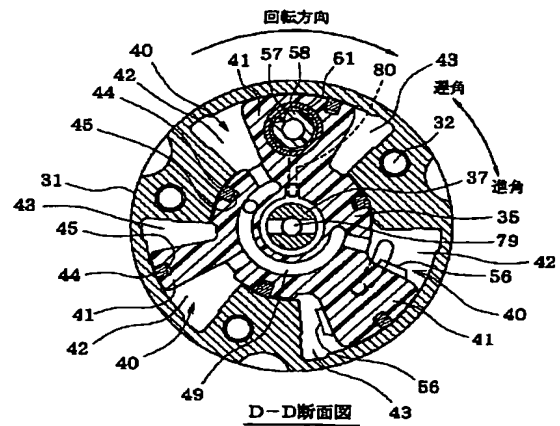
【図19】



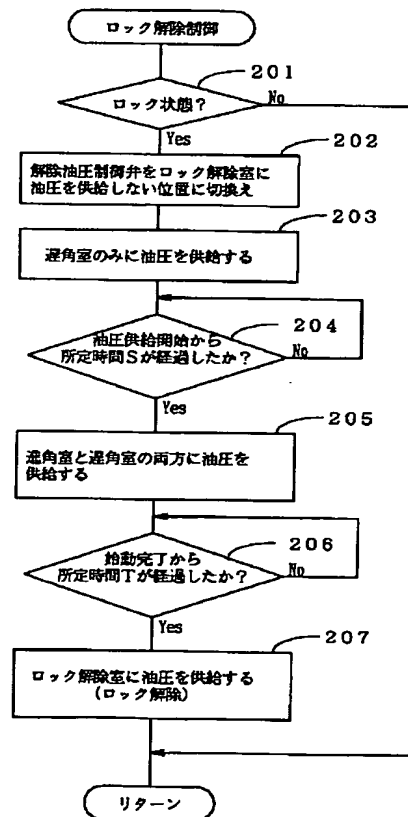
【図23】



【図20】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 正臣
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内

F ターム(参考) 3G016 AA19 BA23 BA28 CA04 CA24
CA26 CA36 DA06 DA22 DA23
GA01 GA03 GA04 GA07
3G084 BA23 CA01 CA07 DA08 DA39
EB11 EB17 FA10 FA11 FA20
FA33 FA36 FA38
3G092 AA11 DA01 DA02 DA09 DF04
DF05 DF06 DG02 DG05 EA09
EA11 EA12 EA13 EA14 EA15
EA17 EB02 EB03 EC01 EC05
FA00 FA09 FA14 FA31 FA50
GA01 GA10 HA05Z HA06Z
HA13X HA13Z HE00Z HE01Z
HE03Z HE08Z HF19Z

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st body of revolution rotated synchronizing with an internal combustion engine's crankshaft, and the 2nd body of revolution connected with the cam shaft which is arranged said the 1st shape of body of revolution and the same axle, and carries out the closing motion drive of an intake valve or the exhaust air bulb, The vane which divides the fluid room which was established in either of said 1st body of revolution and said 2nd body of revolution, and was formed among both body of revolution in a tooth-lead-angle room and a lag room, The fluid pressure control means which controls the fluid pressure supplied to said tooth-lead-angle room and said lag room, By controlling said fluid pressure control means, changing the fluid pressure of said tooth-lead-angle room and said lag room, respectively, and carrying out relative rotation of said the 1st body of revolution and said 2nd body of revolution The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of said cam shaft over said crankshaft is changed, and carries out adjustable control of the valve timing, The lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having the lock discharge room to which the fluid pressure of which the lock of said cam shaft phase by said lock means is canceled is supplied The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by having the lock discharge control means which controls said fluid pressure control means so that the fluid pressure which makes lock discharge cause is not applied to said lock discharge room at the time of starting.

[Claim 2] It is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by controlling said fluid pressure control means so that said lock discharge room is opened for free passage with said lag room, fluid pressure is supplied from this lag room and said lock discharge control means supplies fluid pressure only to said tooth-lead-angle room at the time of starting.

[Claim 3] It is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by controlling said fluid pressure control means so that said lock discharge room is opened for free passage with said tooth-lead-angle room, fluid pressure is supplied from this tooth-lead-angle room and said lock discharge control means supplies fluid pressure only to said lag room at the time of starting.

[Claim 4] It is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which fluid pressure is supplied in path in which said tooth-lead-angle room and said lag room of said lock discharge room are another, and is characterized by controlling said lock discharge control means so that the fluid pressure which makes said lock discharge room cause lock discharge at the time of starting is not applied.

[Claim 5] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 4 characterized by continuing the control which does not require for said lock discharge room the fluid pressure which makes lock discharge cause until a predetermined period passes since the completion of starting.

[Claim 6] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by setting up said predetermined period according to fluid temperature.

[Claim 7] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by setting up said predetermined period according to cooling water temperature or engine temperature.

[Claim 8] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by being characterized by starting supply of fluid pressure in said lock discharge room when the fluid pressure controlled by said fluid pressure control means becomes more than a predetermined pressure.

[Claim 9] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 8 which is in the condition which supplied fluid pressure to at least one side of said tooth-lead-angle room and said lag room, and is characterized by supplying fluid pressure to said lock discharge room, and canceling the lock of said lock means in case the lock of said lock means is canceled.

[Claim 10] Said lock discharge control means is claim 2 characterized by controlling said fluid pressure control means and canceling the lock of said lock means so that fluid pressure may be supplied to both said tooth-lead-angle rooms and said lag rooms in case the lock of said lock means is canceled, or the adjustable valve timing control unit of an internal combustion engine given in either of 3.

[Claim 11] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 4 which is in the condition which supplied fluid pressure to ** of another side, and put fluid pressure on both ** after supplying fluid pressure to one ** of said tooth-lead-angle room and said lag room, and is characterized by supplying fluid pressure to said lock discharge room, and canceling the lock of said lock means in case the lock of said lock means is canceled.

[Claim 12] It is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 11 which has a holding current study means to learn the control current of said fluid pressure control means holding said cam shaft phase as the holding current, and is characterized by setting up said lock discharge control means near the holding current which learned the control current of said fluid pressure control means at

the time of canceling the lock of said lock means with said holding current study means.
[Claim 13] It has a holding current calculation means to compute the control current of said fluid pressure control means which holds said cam shaft phase based on temperature information, such as fluid temperature, cooling water temperature, and engine temperature, as the holding current. Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 11 characterized by setting up the control current of said fluid pressure control means at the time of canceling the lock of said lock means near the holding current computed with said holding current calculation means.

[Claim 14] Said lock discharge control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 12 or 13 characterized by setting the control current of said fluid pressure control means at the time of canceling the lock of said ROTSU <DP N=0003> KU means as the value which carried out the predetermined value offset of said holding current.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which had the function which locks a cam shaft phase in the abbreviation mid-position (middle lock phase) of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the internal combustion engine carried in a car, what adopted the adjustable valve timing control unit for the purpose of the improvement in an output, fuel consumption reduction, and exhaust air emission reduction is increasing. For example, as shown in drawing 23, the fundamental configuration of the adjustable valve timing control device of a vane method arranges the housing 1 which rotates synchronizing with an engine crankshaft, and Rota 2 connected with the cam shaft of an inhalation of air (or exhaust air) bulb in the shape of the same axle, and divides it in the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 by the vane 4 in which the fluid room 3 formed in housing 1 was established in Rota 2. And the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the cam shaft over a crankshaft is changed, and it is made to carry out adjustable control of the valve timing by controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 by the hydraulic control valve, and carrying out relative rotation of housing 1 and Rota 2 (vane 4).

[0003] In order to prevent the noise by vibration of the vane 4 at the time of starting, the adjustable valve timing control device of the conventional vane method is the maximum lag phase to which the lag of the cam shaft phase was carried out most, and he is trying to lock relative rotation with housing 1 and Rota 2 (vane 4) by the lock pin 7 at the time of an

engine shutdown (at the time of an oil pressure fall). Therefore, in order to start with the maximum lag phase at the time of starting, the maximum lag phase is set as the phase suitable for starting.

[0004] However, with this configuration, since the maximum lag phase will be restricted with the phase at the time of starting (lock phase), the range of valve timing (cam shaft phase) which can be adjusted will be restricted with a lock phase, and there is a fault that the range of valve timing which can be adjusted is narrow.

[0005] Then, as shown in JP,9-324613,A, expanding the range of valve timing (cam shaft phase) which can be adjusted is proposed by setting the lock phase at the time of an engine shutdown as the abbreviation mid-position of the range of a cam shaft phase which can be adjusted.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the lock pin 7 which locks a cam shaft phase is energized in the lock direction by the spring, and he is trying for lock discharge to make the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 act in the lock discharge direction to a lock pin 7. During an engine shutdown, since oil pressure falls, it is held at the condition that the lock pin 7 got into the lock hole according to spring action, and the cam shaft phase was locked with the middle lock phase. Therefore, if it starts at the time of engine starting where a cam shaft phase is locked with a middle lock phase, and the oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 rises by the rise of the oil pressure accompanying the rise of a subsequent engine speed (oil-pump rotational frequency), a lock pin 7 will be extruded by the oil pressure from a lock hole, and the lock of a lock pin 7 will be canceled with it.

[0007] However, with this configuration, since the oil pressure of both the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 acts in the lock discharge direction to a lock pin 7, although the oil pressure of another side is low when either oil pressure of the tooth-lead-angle room 5 and the lag room 6 becomes high previously, a lock pin 7 may always be canceled by the rise of the oil pressure accompanying the rise of an engine speed (oil-pump rotational frequency), at the time of engine starting. Even if a lock is canceled in such the condition, in order for a cam shaft phase to be unable to change suddenly at the moment of lock discharge, and to be unable to control valve timing to desired value, since the oil pressure of another side is low, consequently to start by un-proper valve timing, startability worsens, and it will become instability until engine starting time amount becomes long or oil pressure rises [the engine operation condition after starting]. And since the location of a vane 4 is not fixed until oil pressure rises, a vane 4 also produces the problem of colliding with housing 1 and generating the noise.

[0008] This invention is made in consideration of such a situation, therefore it is in the purpose offering the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which can prevent certainly that the lock of a cam shaft phase will be carelessly canceled at the time of starting.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, with the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine of claim 1 of this invention, a fluid pressure control means is controlled by the lock discharge control means so that the fluid pressure (henceforth a "lock discharge pressure") which makes lock discharge cause is not applied to the lock discharge room of a lock means at the time of starting. If it does in this way, it can prevent certainly that the lock of a cam shaft phase will be carelessly canceled at the time of starting, and problems, such as startability aggravation by unprepared lock discharge, engine controllability aggravation, and noise, can be avoided.

[0010] In this case, it considers as the configuration in which a lock discharge room is made to open for free passage with a lag room, and fluid pressure is supplied to a lock discharge room from a lag room like claim 2, and you may make it control a fluid pressure control means to supply fluid pressure only to a tooth-lead-angle room at the time of starting. If it does in this way, since the control valve (fluid pressure control means) which controls the fluid pressure of a lag room can be made to serve a double purpose as a control valve which controls the fluid pressure of a lock discharge room, the control valve of the dedication which controls only the fluid pressure of a lock discharge room is not needed, but moreover, the configuration of the supply path of the fluid pressure to a lock discharge room can be simplified, and the cost can be cut down.

[0011] Moreover, it considers as the configuration in which a lock discharge room is made to open for free passage with a tooth-lead-angle room, and fluid pressure is supplied to a lock discharge room from a tooth-lead-angle room like claim 3, and you may make it control a fluid pressure control means to supply fluid pressure only to a lag room at the time of starting. Also in this case, as well as above-mentioned claim 2, the control valve of the dedication which controls only the fluid pressure of a lock discharge room is not needed, but moreover, the configuration of the supply path of the fluid pressure to a lock discharge room can be simplified, and the cost can be cut down.

[0012] However, like claim 4, this invention may constitute a lock discharge room so that it may be supplied by fluid pressure in path in which a tooth-lead-angle room and a lag room are another at a lock discharge room, and it may control it so that a lock discharge pressure is not applied to a lock discharge room at the time of starting. Even if such, it can prevent certainly that the lock of a cam shaft phase will be carelessly canceled at the time of starting, and problems, such as startability aggravation by unprepared lock discharge, engine controllability aggravation, and noise, can be avoided.

[0013] Moreover, even if starting is completed, before sufficient fluid pressure to control a cam shaft phase (location of a vane) is supplied, it will take a certain amount of time amount. If the lock of a cam shaft phase is canceled before fluid pressure rises to sufficient pressure, a cam shaft phase will not be able to change suddenly at the moment, and valve timing will not be able to be controlled to desired value, but an engine operation condition will become unstable.

[0014] You may make it continue the control which does not require a lock discharge

pressure for a lock discharge room until a predetermined period passes since the completion of starting like claim 5 in consideration of this point. If it does in this way, after time amount required to supply sufficient fluid pressure to control a cam shaft phase (location of a vane) will pass, before being able to cancel the lock of a cam shaft phase and being in a controllable condition about a cam shaft phase, it can prevent that the lock of a cam shaft phase will be canceled.

[0015] In this case, time amount required to supply sufficient fluid pressure changes according to the fluid viscosity at that time (fluidity of a fluid), and since fluid viscosity changes according to fluid temperature, you may make it set up a predetermined period like claim 6 according to fluid temperature. If it does in this way, the predetermined period which forbids lock discharge with fluid temperature (fluid viscosity) corresponding to time amount required supplying sufficient fluid pressure changing can be set up proper.

[0016] Moreover, fluid temperature has cooling water temperature, engine temperature, and a correlation, and since cooling water temperature and engine temperature can be detected or presumed from the output signal of a sensor generally established to an internal combustion engine, you may make it set up a predetermined period like claim 7 according to cooling water temperature or engine temperature. If it does in this way, it is not necessary to newly form the sensor which detects fluid temperature, and-izing of it can be carried out [low cost].

[0017] Moreover, when the fluid pressure controlled by the fluid pressure control means becomes like claim 8 more than a predetermined pressure, you may make it start supply of fluid pressure in a lock discharge room. If it does in this way, after fluid pressure rises to sufficient pressure to actually control a cam shaft phase (location of a vane), it can cancel the lock of a cam shaft phase and can start valve timing control.

[0018] By the way, in case the lock of a lock means is canceled, it is good to supply fluid pressure to a lock discharge room, and to cancel the lock of a lock means like claim 9, where fluid pressure is supplied to at least one side of a tooth-lead-angle room and a lag room.

[0019] For example, by the system which supplies fluid pressure to a lock discharge room from either ** of a tooth-lead-angle room and a lag room, where fluid pressure is supplied to ** of another side, supplying fluid pressure to one **, fluid pressure is supplied to a lock discharge room, and the lock of a lock means is canceled. Moreover, a tooth-lead-angle room and a lag room are in the condition which supplied fluid pressure to both the tooth-lead-angle room and the lag room in the system supplied to a lock discharge room in another path at fluid pressure, fluid pressure is supplied to a lock discharge room, and the lock of a lock means is canceled. If it does in this way, since the lock of a lock means can be canceled where fluid pressure is equally put on both a tooth-lead-angle room and a lag room, in any case, a cam shaft phase can be held near a middle lock phase with fluid pressure from the moment that a lock is canceled. It can prevent by this that a cam shaft phase changes suddenly immediately after lock discharge, and valve timing (cam shaft phase) can be controlled from immediately after lock discharge to desired value.

[0020] Moreover, it controls by the system which supplies fluid pressure to a lock discharge room from either ** of a tooth-lead-angle room and a lag room like claims 2 and 3 to supply fluid pressure only to ** of another side at the time of starting, a fluid pressure control means is controlled like claim 10 after the completion of starting to supply fluid pressure to both a tooth-lead-angle room and a lag room, and discharge soot **** is good in the lock of a lock means. If it does in this way, control of lock discharge can also be performed using the fluid pressure control means which controls the fluid pressure of a tooth-lead-angle room and a lag room as it is, and the configuration of a control system can be simplified and the cost can be cut down.

[0021] In the system supplied to a lock discharge room in path in which a tooth-lead-angle room and a lag room are another, on the other hand at fluid pressure, although fluid pressure may be supplied to both a tooth-lead-angle room and a lag room at coincidence, when it does so, the byroad of Ayr which entered the interior of equipment is lost, and there is a possibility that a tooth-lead-angle room and a lag room may be covered with Ayr, and supply of fluid pressure may be barred.

[0022] Like claim 11 as this cure, in case the lock of a lock means is canceled, after supplying fluid pressure to one ** of a tooth-lead-angle room and a lag room and extracting Ayr, it is good to supply fluid pressure to a lock discharge room, and to cancel the lock of a lock means, where it supplied fluid pressure to ** of another side and fluid pressure is put on both **. If it does in this way, whenever it performs lock discharge, degassing inside equipment can be performed, and it can prevent that a tooth-lead-angle room and a lag room are covered with Ayr, and the gas supply pressure failure of the fluid pressure by Ayr can be prevented.

[0023] Moreover, the control current of the fluid pressure control means holding a cam shaft phase is learned as the holding current with a holding current study means like claim 12, and you may make it set up the control current of the fluid pressure control means at the time of canceling the lock of a lock means near the holding current learned with the holding current study means. Lock discharge can be carried out without being able to hold a cam shaft phase near a middle lock phase with fluid pressure from the moment that a lock is canceled, being able to prevent sudden change of the cam shaft phase immediately after lock discharge, and spoiling the stability of an engine operation condition, since the lock of a lock means can be canceled where fluid pressure is put on both a tooth-lead-angle room and a lag room in case the lock of a lock means is canceled if it does in this way.

[0024] The holding current changes according to fluid viscosity (fluidity). Moreover, fluid viscosity The cooling water temperature which is fluid temperature or its substitution information like claim 13 in order to change according to fluid temperature, Based on temperature information, such as engine temperature, the holding current is computed with a holding current calculation means, and you may make it set up the control current of the fluid pressure control means at the time of canceling the lock of a lock means near the holding current computed with the holding current calculation means. If it does in this

way, at the time of lock discharge, the control current of a fluid pressure control means can be set as the proper holding current according to fluid viscosity, and sudden change of the cam shaft phase immediately after lock discharge can be prevented.

[0025] Furthermore, you may make it set the control current of the fluid pressure control means at the time of canceling the lock of a lock means as the value which carried out the predetermined value offset of the holding current like claim 14. That is, if the holding current learned or computed is made to offset according to present operational status, control specification, etc., the control current of the fluid pressure control means at the time of lock discharge can be optimized further.

[0026]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt (1) which applied this invention to the adjustable valve timing control unit of an intake valve is explained based on drawing 1 thru/or drawing 12 below [an operation gestalt (1)]. As shown in drawing 1 , as for the DOHC engine 11 which is an internal combustion engine, the power from a crankshaft 12 is transmitted to the inspired air flow path cam shaft 16 and the exhaust side cam shaft 17 by the timing chain 13 through each sprockets 14 and 15. However, the valve timing adjusting device 18 which adjusts the amount of tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12 is formed in the inspired air flow path cam shaft 16. Moreover, the cam angle sensor 19 which detects a cam angle is installed in the periphery side of the inspired air flow path cam shaft 16, and, on the other hand, the crank angle sensor 20 which detects a crank angle is installed in the periphery side of a crankshaft 12.

[0027] An engine speed calculates the output signal of these crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19 from the frequency of the output pulse of the crank angle sensor 20 while it is inputted into the engine control circuit 21 and the real valve timing of an intake valve calculates it by this engine control circuit 21. Moreover, the output signal of the various sensors (the intake-pressure sensor 22, a coolant temperature sensor 23, throttle sensor 24 grade) which detect an engine operation condition, and the output signal of an ignition switch 25 or a timer 26 are also inputted into the engine control circuit 21.

[0028] It performs adjustable valve timing control mentioned later, and this engine control circuit 21 carries out feedback control of the valve timing adjusting device 18 so that the real valve timing (the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) of an intake valve may be made in agreement with target valve timing (the amount of target tooth lead angles), while it performs fuel-injection control and ignition control based on the input signal of these various kinds. To the hydraulic circuit of this valve timing adjusting device 18, the oil in an oil pan mechanism 27 is supplied by the oil pump 28 through a hydraulic control valve 29 (fluid pressure control means), and the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 (real valve timing) is controlled by controlling that oil pressure by the hydraulic control valve 29.

[0029] Next, based on drawing 2 thru/or drawing 5 , the configuration of the valve timing adjusting device 18 is explained. The housing 31 (the 1st body of revolution) of the valve timing adjusting device 18 is being bound tight and fixed to the periphery of the inspired

air flow path cam shaft 16 with the bolt 32 by the sprocket 14 supported free [rotation]. Thereby, rotation of a crankshaft 12 is transmitted to a sprocket 14 and housing 31 through a timing chain 13, and a sprocket 14 and housing 31 rotate synchronizing with a crankshaft 12.

[0030] On the other hand, the inspired air flow path cam shaft 16 is supported pivotable with the cylinder head 33 and a bearing cap 34, and Rota 35 (the 2nd body of revolution) binds it tight in the end section of this inspired air flow path cam shaft 16 with a bolt 37 through a stopper 36, and it is being fixed to it. This Rota 35 is contained free [relative rotation in housing 31].

[0031] As shown in drawing 3 and drawing 4, two or more fluid rooms 40 are formed in the interior of housing 31, and each fluid room 40 is divided by the vane 41 formed in the periphery section of Rota 35 at the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. And the periphery section of Rota 35 and the periphery section of a vane 41 are equipped with the seal member 44, respectively, and each seal member 44 is energized by flat spring 45 (refer to drawing 2) in the direction of a periphery. Thereby, the seal of the clearance between the peripheral face of Rota 35 and the inner skin of housing 31 and the clearance between the peripheral face of a vane 41 and the inner skin of the fluid room 40 is carried out by the seal member 44.

[0032] As shown in drawing 2, the annular tooth-lead-angle slot 46 and the annular lag slot 47 which were formed in the periphery section of the inspired air flow path cam shaft 16 are connected to the predetermined port of a hydraulic control valve 29, respectively, and when an oil pump 28 drives under the power of an engine 11, the oil pumped up from the oil pan mechanism 27 is supplied to the tooth-lead-angle slot 46 or the lag slot 47 through a hydraulic control valve 29. The tooth-lead-angle oilway 48 connected to the tooth-lead-angle slot 46 is formed so that it may be open for free passage to the circular tooth-lead-angle oilway 49 (refer to drawing 3) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the left lateral of Rota 35, and this circular tooth-lead-angle oilway 49 is opening it for free passage in each tooth-lead-angle room 42. On the other hand, the lag oilway 50 connected to the lag slot 47 is formed so that it may be open for free passage to the circular lag oilway 51 (refer to drawing 4) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the right lateral of Rota 35, and this circular lag oilway 51 is opening it for free passage in each lag room 43.

[0033] A hydraulic control valve 29 is a 4 port 3 location change-over valve which drives a valve element by the solenoid 53 and the spring 54, and is switched between the location which supplies oil pressure for the location of a valve element to the tooth-lead-angle room 42, the location which supplies oil pressure to the lag room 43, and the location which supplies oil pressure to neither the tooth-lead-angle room 42 nor the lag room 43. At the time of an energization halt of a solenoid 53, a valve element is automatically switched to the location which supplies oil pressure to the tooth-lead-angle room 42 with a spring 54, and oil pressure works in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam

shaft phase.

[0034] Where the oil pressure more than place constant pressure is supplied to the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, a vane 41 is fixed with the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, rotation of the housing 31 by rotation of a crankshaft 12 is transmitted to Rota 35 (vane 41) through oil, and the rotation drive of the inspired air flow path cam shaft 16 is carried out in one with Rota 35. During engine operation, it is controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 by the hydraulic control valve 29, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 (vane 41), and it controls the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12, and carries out adjustable [of the valve timing of an intake valve]. In addition, the torsion coiled spring 55 (refer to drawing 2) which assists with the spring force the oil pressure force of making the relative rotation of Rota 35 carrying out in the direction of a tooth lead angle at the time of tooth-lead-angle control is held in the sprocket 14.

[0035] Moreover, as shown in drawing 3 and drawing 4, the stopper section 56 which regulates the relative rotation range of Rota 35 (vane 41) to housing 31 is formed in the both-sides section of any one vane 41, and the maximum lag phase of a cam shaft phase and the maximum tooth-lead-angle phase are regulated by this stopper section 56. Furthermore, in the lock pin hold hole 57 formed in other vanes 41, the lock pin 58 (lock means) for locking relative rotation with housing 31 and Rota 35 (vane 41) is held, and a cam shaft phase is locked in the abbreviation mid-position (middle lock phase) of that range that can be adjusted by getting into the lock hole 59 (referring to drawing 2) where this lock pin 58 was formed in housing 31. This middle lock phase is set as the phase suitable for starting.

[0036] As shown in drawing 6 and drawing 7, a lock pin 58 is inserted possible [sliding in the cylinder member 61 by which fitting was carried out to the inner circumference of the lock pin hold hole 57], and is energized in the lock direction (the protrusion direction) with the spring 62. The clearance in the lock hole 59 serves as the lock discharge room 60, and the lock discharge slot 63 formed between the lock pin 58 and the cylinder member 61 is open for free passage in the lock discharge room 60. And in order to supply oil pressure to the lock discharge room 60 through the lock discharge slot 63 from the lag room 43, the free passage hole 65 which makes the lock discharge slot 63 and the lag room 43 open for free passage is formed in the vane 41.

[0037] As shown in drawing 6, at the time of the lock of a lock pin 58, with a spring 62, a lock pin 58 is held at the condition of getting into the lock hole 59, and a cam shaft phase is held with a middle lock phase.

[0038] During an engine shutdown, since the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60 and the oil pressure of the lock discharge slot 63 fall, a lock pin 58 is held with a spring 62 in a lock location. Therefore, if engine starting is performed where a lock pin 58 is held in a lock location (middle lock phase), and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60 and the oil pressure of the lock

discharge slot 63 become high after engine starting, the lock of a lock pin 58 will be canceled as follows by the oil pressure. If the oil pressure (force of the lock discharge direction) supplied to the lock discharge room 60 through the free passage hole 65 and the lock discharge slot 63 after engine starting from the lag room 43 becomes large rather than the spring force of a spring 62, with the oil pressure of the lock discharge room 60, and the oil pressure of the lock discharge slot 63, a lock pin 58 will be extruded from the lock hole 59, it will move to the lock discharge location of drawing 7 R> 7, and the lock of a lock pin 58 will be canceled.

[0039] during engine operation, since the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60 and the oil pressure of the lock discharge slot 63 are high, a lock pin 58 holds in a lock discharge location with the oil pressure -- having -- housing 31 and Rota 35 -- relatively -- it is held at a rotatable condition (that is, condition in which valve timing control is possible).

[0040] During engine operation, the engine control circuit 21 As it functions also as a valve timing control means as used in the field of a claim and is shown in the control-block Fig. of drawing 8 , by the amount operation part 66 of real tooth lead angles While calculating the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 (real valve timing of an intake valve) based on the output signal of the crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19 By the amount operation part 67 of target tooth lead angles, the amount of target tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 (target valve timing of an intake valve) is calculated based on engine operation condition signals, such as an engine speed, inspired air volume, and cooling water temperature. And the holding current I_h learned in the holding current study section 69 as computed the feedback control current I_{fb} based on the deflection of the amount of real tooth lead angles, and the amount of target tooth lead angles and mentioned later by the PD control section 68 The feedback current I_{fb} is added, the control current I ($I=I_h+I_{fb}$) is searched for, and feedback control of the current of hydraulic control valve 29 solenoid 53 is carried out by this control current I . A cam shaft phase is changed and the amount of real tooth lead angles of the air inlet cam shaft 16 is made in agreement with the amount of target tooth lead angles by controlling the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 of the valve timing adjusting device 18, and the lag room 43, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 by this.

[0041] Here, it is the holding current I_h . It is the control current which sets the tooth-lead-angle rate of a cam shaft phase to 0 (refer to drawing 9), i.e., the control current of the hydraulic control valve 29 which holds a cam shaft phase in a fixed location. if the holding current study section 69 mentioned above judges whether it is a steady state (the tooth-lead-angle rate of a cam shaft phase is 0) based on the amount of real tooth lead angles, and the amount of target tooth lead angles and is a steady state, as shown in drawing 10 -- a normal signal -- outputting -- the control current I at that time -- the holding current I_h ***** -- it updates. This holding current study section 69 plays a role of a holding current study means as used in the field of a claim.

[0042] On the other hand, since the discharge pressure of an oil pump 28 will fall if an engine speed falls in case an engine 11 is stopped, the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 or the lag room 43 falls. If the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60 falls and the spring force of a spring 62 comes to overcome this oil pressure by this, according to the spring force of a spring 62, a lock pin 58 will project and it will come to get into the lock hole 59. However, in order for a lock pin 58 to get into the lock hole 59, it becomes conditions that both location is in agreement, i.e., the cam shaft phase is in agreement with a middle lock phase.

[0043] Since an engine speed (rotational frequency of an oil pump 28) falls and oil pressure falls in case an engine 11 stops, a lock pin 58 is made to get into the lock hole 59 in the process, as the cam shaft phase changes with the load torque of a cam shaft 16 to the lag side automatically and it is shown in drawing 6 , and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase. In addition, in case an engine 11 stops, you may make it control a hydraulic control valve 29 to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase, since a cam shaft phase is certainly locked with a middle lock phase.

[0044] By the way, if engine starting is performed where a lock pin 58 is held in a lock location (middle lock phase) and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60 or the oil pressure of the lock discharge slot 63 becomes high as mentioned above, the lock of a lock pin 58 will be canceled by the oil pressure. However, when oil pressure is supplied to the lock discharge room 60 (lag room 43) or the lock discharge slot 63 at the time of engine starting, there is a possibility that the lock of a lock pin 58 may be canceled by the rise of the oil pressure accompanying the rise of an engine speed (engine speed of an oil pump 28) at the time of engine starting. Since a cam shaft phase will shift from the middle lock phase suitable for starting and will start by unproper valve timing when the lock of a lock pin 58 is canceled before the completion of starting, startability worsens, and it will become instability until engine starting time amount becomes long or oil pressure rises [the engine operation condition after starting].

[0045] Then, by performing the lock discharge control program shown in drawing 11 , at the time of engine starting, the engine control circuit 21 supplies oil pressure only to the tooth-lead-angle room 42 so that oil pressure may not be applied to the lock discharge room 60 (lag room 43) and the lock discharge slot 63, and it prevents lock discharge of the lock pin 58 at the time of starting. And the lock of a lock pin 58 is canceled after the completion of starting, controlling a hydraulic control valve 29 to apply oil pressure to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, and applying lock discharge oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63.

[0046] The lock discharge control program of drawing 11 is periodically performed after ON of an ignition switch 25, and plays a role of a lock discharge control means as used in the field of a claim. If this program is started, when it judges whether it is in the lock condition of a lock pin 58 and lock discharge has already been first carried out at step 101, this program is ended without performing lock discharge processing after step 102.

[0047] On the other hand, when judged with a lock condition, it progresses to step 102, the

control current I of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 is set as 0, and a valve element is controlled by the above-mentioned step 101 with the spring 54 of a hydraulic control valve 29 in the location which supplies oil pressure only to the tooth-lead-angle room 42. In this case, since oil pressure is not supplied to the lag room 43, oil pressure is not applied to the lock discharge room 60.

[0048] Then, it progresses to step 103, the map of the predetermined time T which makes cooling water temperature a parameter is searched, and the predetermined time T according to current cooling water temperature is found. Here, predetermined time T is set as time amount [a little] longer than time amount required to be in the condition that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase can be supplied from the completion of starting. Time amount required to be in the condition that sufficient oil pressure can be supplied, generally changes according to the viscosity (fluidity of oil) of the oil of the hydraulic circuit at that time, and the viscosity of oil changes according to an oil temperature. Therefore, if predetermined time T is set up on the map which carries out the parameter of the cooling water temperature which is the substitution information on an oil temperature, corresponding to time amount required being in the condition that sufficient oil pressure can be supplied changing with oil temperatures, predetermined time T can be set up proper. In addition, you may make it find predetermined time T using the map of the predetermined time T which makes an oil temperature or engine temperature a parameter instead of cooling water temperature. Moreover, it replaces with a map and you may make it compute predetermined time T using a function expression.

[0049] It progresses to step 104 after calculation of predetermined time T, and by the counted value of the counter after starting (refer to drawing 12) which clocks the elapsed time from the completion of starting, if it judges whether predetermined time T has passed since the completion of starting and predetermined time T has not passed, it judges that still sufficient oil pressure to control a cam shaft phase cannot be supplied, and stands by at step 104.

[0050] Then, the holding current I_h which judged that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase could be supplied, progressed to step 105, and learned the control current I of a solenoid 53 for that of a hydraulic control valve 29 during the last engine operation at step 104 when judged with predetermined time T having passed since the completion of starting. It sets up and oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. If oil pressure is supplied also to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 from the lag room 43 and lock discharge oil pressure becomes larger than the spring force of the spring 62 of a lock pin 58 by this, a lock pin 58 is extruded by lock discharge oil pressure from the lock hole 59, and it will be in the condition that the lock of a lock pin 58 was canceled.

[0051] The example of activation of lock discharge control of the operation gestalt (1) explained above is explained using the timing diagram of drawing 12 . Although an oil pump 28 will rotate and oil pressure will begin to rise if cranking of an engine 11 is started by ON of an ignition switch 25, the control current of the solenoid 53 of a hydraulic control

valve 29 is controlled to supply oil pressure only to the tooth-lead-angle room 42, and it is made for oil pressure not to be applied to the lock discharge room 60 (lag room 43) and the lock discharge slot 63.

[0052] The control which does not require lock discharge oil pressure for this lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 By the time it is continued until predetermined time T passes since the completion of starting, and it will be in the condition that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase can be supplied from the completion of starting, when the required predetermined time T will pass The holding current I_h which learned the control current of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 during the last engine operation It switches and oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. Thereby, oil pressure is supplied also to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 from the lag room 43, and the lock of a lock pin 58 is canceled.

[0053] Since a hydraulic control valve 29 is controlled not to supply oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 at the time of starting according to the operation gestalt (1) explained above, it can prevent certainly that the lock of a cam shaft phase will be carelessly canceled at the time of starting, and problems, such as startability aggravation by unprepared lock discharge, engine controllability aggravation, and noise, can be avoided.

[0054] Moreover, even if starting is completed, by the time it will be in the condition that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase can be supplied Until the required predetermined time T will pass, by the time it will be in the condition that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase can be supplied from the completion of starting in consideration of taking a certain amount of time amount Since he is trying to cancel the lock of a lock pin 58 after it continues the control which does not require lock discharge oil pressure for the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 and predetermined time T passes Before being in a controllable condition about a cam shaft phase, it is avoidable that the lock of a lock pin 58 will be canceled.

[0055] And since he is trying to set up predetermined time T according to the cooling water temperature which is the substitution information on an oil temperature paying attention to the required predetermined time T changing according to the oil temperature at that time (viscosity of oil) by the time it will be in the condition that oil pressure sufficient with this operation gestalt (1) can be supplied, it is not necessary to newly form the sensor which detects an oil temperature, and it can be low-cost-ized.

[0056] Moreover, it considers as the configuration which is made to open the lock discharge room 60 for free passage with the lag room 43, and supplies oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 from the lag room 43 with this operation gestalt (1). A hydraulic control valve 29 is controlled to supply oil pressure only to the tooth-lead-angle room 42 at the time of starting. Since a hydraulic control valve 29 is controlled and he is trying to cancel the lock of a lock pin 58 after the completion of starting so that oil pressure may be supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 While being able to simplify the configuration of the supply path of the oil pressure to

the lock discharge room 60 Control of lock discharge can also be performed using the hydraulic control valve 29 which controls the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 as it is, the configuration of a control system can also be simplified, and the cost can be cut down generally.

[0057] Furthermore, the holding current I_h which learned the control current of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 during the last engine operation with this operation gestalt (1) when canceling the lock of a lock pin 58 It controls. Where oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, since the lock of a cam shaft phase is canceled A cam shaft phase can be held near a middle lock phase with oil pressure from the moment that a lock is canceled. While being able to carry out lock discharge, without being able to prevent that a cam shaft phase changes suddenly and spoiling the stability of an engine operation condition immediately after lock discharge, valve timing (cam shaft phase) is controllable from immediately after lock discharge to desired value.

[0058] In addition, the holding current I_h It replaces with the function (holding current study section 69) to learn, is based on temperature information, such as an oil temperature, cooling water temperature, and engine temperature, and is the holding current I_h . The holding current I_h which computed the control current of the hydraulic control valve 29 at the time of establishing a holding current calculation means to compute and canceling the lock of a lock pin 58 You may make it set up near. That is, the holding current I_h It is based on the cooling water temperature and engine temperature which are an oil temperature or its substitution information since the viscosity of oil changes according to an oil temperature by changing according to the viscosity (fluidity) of oil, and is the holding current I_h . It is computable. Thus, the holding current I_h Even if it computes, the almost same effectiveness as the case where this is learned can be acquired.

[0059] [An operation gestalt (2)], next the operation gestalt (2) of this invention are explained using drawing 13 thru/or drawing 15.

[0060] Although considered as the configuration which is made to open the lock discharge room 60 for free passage with the lag room 43, and supplies oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 from the lag room 43 with the above-mentioned operation gestalt (1) With this operation gestalt (2), as shown in drawing 13 and drawing 14, the free passage hole 70 which opens the lock discharge slot 63 and the tooth-lead-angle room 43 for free passage is formed in a vane 41, and it is considering as the configuration which supplies oil pressure to the lock discharge room 60 in the lock hole 59 through the lock discharge slot 63 from the tooth-lead-angle room 42. Furthermore, the oil pressure sensor (not shown) which detects oil pressure is formed in the discharge side of an oil pump 28. In addition, you may make it presume oil pressure from engine operation condition parameters, such as elapsed time from cranking initiation, cooling water temperature (or oil temperature), and an engine speed, without forming an oil pressure sensor. Other configurations are the same as the above-mentioned operation gestalt (1).

[0061] The lock discharge control program of drawing 15 performed with this operation

gestalt (2) changes step 102 of drawing 11 into processing of step 102a, step 103,104 is changed into processing of step 104a, and processing of steps other than this is the same as drawing 11 .

[0062] If judged with a lock condition at step 101, it will progress to step 102a and the control current I of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 will be controlled by this program to supply oil pressure only to the lag room 43. In this case, since oil pressure is not supplied to the tooth-lead-angle room 42, oil pressure is not applied to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63.

[0063] Then, it progresses to step 104a and the oil pressure breathed out from an oil pump 28 judges whether it is more than the predetermined pressure P. Here, the predetermined pressure P is set as sufficient oil pressure to control a cam shaft phase. If the oil pressure breathed out from an oil pump 28 is under the predetermined pressure P, it will judge that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase cannot be supplied, and will still stand by by step 104a. Then, when the oil pressure breathed out from an oil pump 28 rises more than the predetermined pressure P It judges that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase can be supplied, and is the holding current I_h about the control current I of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29. It sets up. Oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, oil pressure is supplied to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 from the tooth-lead-angle room 42, and the lock of a lock pin 58 is canceled (step 105).

[0064] Also in the operation gestalt (2) explained above, since it controls not to supply oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 at the time of starting, it can prevent certainly that the lock of a cam shaft phase will be carelessly canceled at the time of starting, and problems, such as startability aggravation by unprepared lock discharge, engine controllability aggravation, and noise, can be avoided.

[0065] And with this operation gestalt (2), since he is trying to supply oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 after the oil pressure breathed out from an oil pump 28 rises more than the predetermined pressure P, after going up to sufficient pressure for oil pressure to actually control a cam shaft phase, the lock of a lock pin 58 can be canceled and valve timing control can be started.

[0066] In addition, after predetermined time T passes since the completion of starting, you may make it supply oil pressure to the lock discharge room 60 as well as said operation gestalt (1), although oil pressure was supplied to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 with this operation gestalt (2) after the oil pressure breathed out from an oil pump 28 rose more than the predetermined pressure P.

[0067] [An operation gestalt (3)], next the operation gestalt (3) of this invention are explained using drawing 16 thru/or drawing 18 . However, the same sign is substantially given to the same part with said operation gestalt (1), and explanation is omitted. With this operation gestalt (3), as shown in drawing 17 and drawing 18 , the clearance between the cylinder member 61 and a lock pin 58 is divided at the lock oil pressure room 72 and the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance by the valve portion 71 formed in

the central periphery section of a lock pin 58. And in order to supply oil pressure to the lock oil pressure room 72 and the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance from the tooth-lead-angle room 42, the lock oilway 74 which is open for free passage in the tooth-lead-angle room 42, and the oilway 75 for lock discharge maintenance are formed in the vane 41. Moreover, the lock discharge oilway 76 which opens the lock discharge room 60 and the lag room 43 for free passage is formed in housing 31.

[0068] As shown in drawing 17 , as for under an engine shutdown, a lock pin 58 is held with a spring 62 in a lock location. Engine starting is performed where a lock pin 58 is held in a lock location (middle lock phase), and oil pressure is first supplied only to the tooth-lead-angle room 42. At the time of the lock of a lock pin 58, the valve portion 71 of a lock pin 58 closes the oilway 75 for lock discharge maintenance, and is in the condition of having made the lock oil pressure room 72 opening the lock oilway 74 for free passage. For this reason, oil pressure is supplied to the lock oil pressure room 72 from the tooth-lead-angle room 42, with this oil pressure and spring 62, a lock pin 58 is held at the condition of getting into the lock hole 59, and a cam shaft phase is held with a middle lock phase.

[0069] And after the completion of engine starting, if oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, the lock of a lock pin 58 will be canceled as follows by the oil pressure. If the force of the lock discharge direction produced from the lag room 43 with the oil pressure supplied to the lock discharge room 60 through the lock discharge oilway 76 becomes larger than the force of the lock direction produced with the oil pressure and the spring 62 of the lock oil pressure room 72, a lock pin 58 will be extruded from the lock hole 59, it will move to the lock discharge location of drawing 18 , and the lock of a lock pin 58 will be canceled.

[0070] In the state of this lock discharge, as shown in drawing 18 , the valve portion 71 of a lock pin 58 closes the lock oilway 74, and will be in the condition of having made the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance opening the oilway 75 for lock discharge maintenance for free passage. Thereby, oil pressure is supplied to the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance from the tooth-lead-angle room 42, and with the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the oil pressure room 73 for this lock discharge maintenance, and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock discharge room 60, a lock pin 58 resists a spring 62 and is held in a lock discharge location.

[0071] during engine operation, since either oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 is high, a lock pin 58 holds in a lock discharge location with the oil pressure -- having -- housing 31 and Rota 35 -- relativity -- it is held at a rotatable condition (that is, condition in which valve timing control is possible).

[0072] An engine 11 at the time of a halt by the fall (the discharge pressure of an oil pump 28 falls) of an engine speed If the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 or the lag room 43 falls, the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance and the oil pressure (oil pressure of the

lag room 43) of the lock discharge room 60 will fall. If the spring force of a spring 62 comes to overcome such oil pressure, according to the spring force of a spring 62, a lock pin 58 will project and it will come to get into the lock hole 59.

[0073] With this operation gestalt (3), the engine control circuit 21 performs the lock discharge control program of the same drawing 11 as said operation gestalt (1), it supplies oil pressure only to the tooth-lead-angle room 42 so that oil pressure may not be applied to the lock discharge room 60 (lag room 43) at the time of engine starting, and it prevents lock discharge of the lock pin 58 at the time of starting. And after the completion of starting, when a predetermined lock discharge execution condition is satisfied, the lock of a lock pin 58 is canceled, controlling a hydraulic control valve 29 to apply oil pressure to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, and applying lock discharge oil pressure to the lock discharge room 60. Here, a lock discharge execution condition is that predetermined time has passed since starting, that the oil pressure breathed out from an oil pump 28 rose beyond the predetermined value, etc.

[0074] In the condition that a lock pin 58 is in a lock location with the operation gestalt (3) explained above In the condition that the oil pressure of the tooth-lead-angle room 43 is made to act in the lock direction of a lock pin 58, and a lock pin 58 is in a lock discharge location Since he is trying to make the oil pressure of the tooth-lead-angle room 43 act in the lock discharge direction of a lock pin 58, while being able to heighten more the lock discharge prevention effectiveness at the time of starting, after the completion of starting can stabilize for it and hold a lock pin 58 in a lock discharge location.

[0075] In addition, what is necessary is to be good also as a configuration which made the tooth-lead-angle room 42 open the lock discharge room 60 for free passage, and made the lag room 43 open the lock oil pressure room 72 and the oil pressure room 73 for lock discharge maintenance for free passage contrary to the above-mentioned operation gestalt (3), to supply oil pressure only to the lag room 43 in this case at the time of engine starting, and just to control a hydraulic control valve 29 to apply oil pressure to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 after the completion of starting.

[0076] [Operation gestalt (4)] above-mentioned each operation gestalt (1) Although considered as the configuration which is made to open the lock discharge room 60 for free passage with the tooth-lead-angle room 42 or the lag room 43, and supplies oil pressure to the lock discharge room 60 from the tooth-lead-angle room 42 or the lag room 43 in - (3) With the operation gestalt (4) of this invention shown in drawing 19 thru/or drawing 22 , it is considering as the configuration which supplies oil pressure to the lock discharge room 60 in the lock hole 59 in path in which the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 are another. Hereafter, an opposite sign is attached and explained about a different part from said operation gestalt (1).

[0077] As shown in drawing 19 thru/or drawing 21 , the discharge hydraulic control valve 78 (fluid pressure control means) only for lock discharge other than the hydraulic control valve 29 which controls the oil pressure of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 is formed. The annular discharge slot 77 by which additional formation was carried out

is connected to the periphery section of the inspired air flow path cam shaft 16 at the discharge hydraulic control valve 78, and the oil pumped up by the oil pump 28 is supplied to the discharge slot 77 through the discharge hydraulic control valve 78. The discharge oilway 79 connected to the discharge slot 77 is formed so that it may be open for free passage to the free passage hole 80 which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16 and a bolt 37, and was formed in the Rota 35 interior, and this free passage hole 80 is opening it for free passage into the lock discharge slot 63 (refer to drawing 2020 and drawing 21).

[0078] A discharge hydraulic control valve 78 is the 2 port 3 location change-over valve which drives a valve element by the solenoid 82 and the spring 81, and it switches between the location which supplies oil pressure for the location of a valve element to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63, the location which connect the lock discharge room 60 and a lock discharge slot 63 to a drain, and the location which connect a lock discharge room 60 and a lock discharge slot 63 to neither an oil pump 28 nor a drain.

[0079] With this operation gestalt (4), the engine control circuit 21 performs the lock discharge control program of drawing 22 . It will progress to step 202, and if judged with a lock condition at step 201, the control current of the solenoid 82 of the discharge hydraulic control valve 78 will be controlled by this program so that a valve element switches to the location (for example, location which connects the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 to a drain) which does not supply oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63.

[0080] Then, it progresses to step 203, the control current of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 is controlled to supply oil pressure only to the lag room 43, and it judges whether predetermined time S has passed since the hydraulic-pressure-supply initiation to the lag room 43 at the following step 204. Here, predetermined time S is set as time amount required for Ayr inside equipment to fall out by supply of oil pressure. If predetermined time S has not passed, it still judges that degassing inside equipment is not enough, and stands by at step 204.

[0081] Then, when judged with predetermined time S having passed since the hydraulic-pressure-supply initiation to the lag room 43 at step 204, It judges that degassing inside equipment was carried out, progresses to step 205, and is the holding current I_h about the control current I of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29. It sets up and oil pressure is supplied to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. At the following step 206 It judges whether predetermined time T has passed since the completion of starting. This predetermined time T is computed by a map or the function expression according to cooling water temperature, engine temperature, fluid temperature, etc., and is set as time amount [a little] longer than time amount required to supply sufficient oil pressure to control a cam shaft phase from the completion of starting. If predetermined time T has not passed since the completion of starting, it judges that still sufficient oil pressure to control a cam shaft phase cannot be supplied, and stands by at step 206.

[0082] Then, when judged with predetermined time T having passed since the completion of starting at step 206, it judges that sufficient oil pressure to control a cam shaft phase was supplied, and progresses to step 207, and the control current of the solenoid 82 of the discharge hydraulic control valve 78 is controlled to supply oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63, and the lock of a lock pin 58 is canceled.

[0083] Also in the operation gestalt (4) explained above, since oil pressure is not supplied to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 at the time of starting, it can prevent certainly that the lock of a lock pin 58 will be canceled at the time of starting, and problems, such as startability aggravation, engine controllability aggravation, and noise, can be avoided.

[0084] by the way, in the system which supplies oil pressure to the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 in path in which the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 are another, like this operation gestalt (4) If it does so although you may make it supply oil pressure to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 at coincidence in case the lock of a lock pin 58 is canceled The byroad of Ayr which entered the interior of equipment is lost, and there is a possibility that the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 may be covered with Ayr, and supply of oil pressure may be barred.

[0085] In that respect, with this operation gestalt (4), in case the lock of a lock pin 58 is canceled First, since he is trying to supply oil pressure to both the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 after the predetermined time S required to supply oil pressure to the lag room 43, carry out degassing inside equipment, and for Ayr fall out passes Whenever it performs lock discharge, degassing inside equipment can be performed, and it can prevent that the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43 are covered with Ayr, the gas supply pressure failure of the oil pressure by Ayr can be prevented, and operational reliability can be improved.

[0086] In addition, after supplying oil pressure to the tooth-lead-angle room 42, you may make it supply oil pressure to both ** 42 and 43, although oil pressure was supplied to both ** 42 and 43 with the above-mentioned operation gestalt (4) after supplying oil pressure to the lag room 43.

[0087] Moreover, although it was made to perform the oil pressure control of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, and the oil pressure control of the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 by the separate control valve (a hydraulic control valve 29 and discharge hydraulic control valve 78), it may be made to perform the oil pressure control of the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43, and the oil pressure control of the lock discharge room 60 and the lock discharge slot 63 by one control valve.

[0088] The holding current I_h which learned or computed the control current of a hydraulic control valve 29 (solenoid 53) with each operation gestalt explained above when canceling the lock of a lock pin 58 The holding current I_h which learned or computed the control current of a hydraulic control valve 29 although it was made to set up You may make it set it as the value made to offset according to current operational status, control specification,

etc. If it does in this way, the control current of the hydraulic control valve 29 at the time of lock discharge can be optimized further.

[0089] Moreover, although each above-mentioned operation gestalt applies this invention to the adjustable valve timing control device of an intake valve, this invention may be applied to the adjustable valve timing control device of an exhaust air bulb. In addition, this invention may change the structure of a valve timing adjusting device suitably, and, in short, should just be the valve timing adjusting device of the method which locks a cam shaft phase with a middle lock phase.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole control system in which the operation gestalt (1) of this invention is shown.

[Drawing 2] Drawing of longitudinal section of the valve timing adjusting device of an operation gestalt (1)

[Drawing 3] The sectional view shown along with the A-A line of drawing 2

[Drawing 4] The sectional view shown along with the B-B line of drawing 2

[Drawing 5] The sectional view shown along with the C-C line of drawing 4

[Drawing 6] The partial expanded sectional view showing the lock condition of the lock pin of an operation gestalt (1)

[Drawing 7] The partial expanded sectional view showing the lock discharge condition of the lock pin of an operation gestalt (1)

[Drawing 8] The control-block Fig. for explaining valve timing control of an engine control circuit

[Drawing 9] Drawing showing the tooth-lead-angle rate property of a cam shaft phase

[Drawing 10] The block diagram for explaining the holding current study approach of the holding current study section

[Drawing 11] The flow chart which shows the flow of processing of the lock discharge control program of an operation gestalt (1)

[Drawing 12] The timing diagram which shows the example of control of an operation gestalt (1)

[Drawing 13] The sectional view of the valve timing adjusting device of the operation gestalt (2) of this invention

[Drawing 14] The partial expanded sectional view showing the lock condition of the lock pin of an operation gestalt (2)

[Drawing 15] The flow chart which shows the flow of processing of the lock discharge control program of an operation gestalt (2)

[Drawing 16] The sectional view of the valve timing adjusting device of the operation gestalt (3) of this invention

[Drawing 17] The partial expanded sectional view showing the lock condition of the lock

pin of an operation gestalt (3)

[Drawing 18] The partial expanded sectional view showing the lock discharge condition of the lock pin of an operation gestalt (3)

[Drawing 19] Drawing of longitudinal section of the valve timing adjusting device of the operation gestalt (4) of this invention

[Drawing 20] The sectional view shown along with D-D line of drawing 19

[Drawing 21] The partial expanded sectional view showing the lock condition of the lock pin of an operation gestalt (4)

[Drawing 22] The flow chart which shows the flow of processing of the lock discharge control program of an operation gestalt (4)

[Drawing 23] The sectional view of the conventional valve timing adjusting device

[Description of Notations]

11 -- An engine (internal combustion engine), 12 -- 14 A crankshaft, 15 -- Sprocket, 16 -- An air inlet cam shaft, 17 -- An exhaust cam shaft, 18 -- Valve timing adjusting device, 19 -- A cam angle sensor, 20 -- A crank angle sensor, 21 -- Engine control circuit (a valve timing control means, lock discharge control means), 28 -- An oil pump, 29 -- A hydraulic control valve (fluid pressure control means), 31 -- Housing (the 1st body of revolution), 35 [-- Tooth-lead-angle room,] -- Rota (the 2nd body of revolution), 40 -- A fluid room, 41 -- A vane, 42 43 [-- Lock pin (lock means),] -- A lag room, 53 -- A solenoid, 54 -- A spring, 58 59 [-- A lock oil pressure room, 73 / -- The oil pressure room for lock discharge maintenance 78 / -- A discharge hydraulic control valve (fluid pressure control means) 79 / -- Discharge oilway.] -- A lock hole, 60 -- A lock discharge room, 69 -- The holding current study section (holding current study means), 72